

**IMPLEMENTASI *LOW POWER MODE* PADA PENDETEKSI
KEBOCORAN GAS DENGAN ATMEGA328P BERBASIS
NRF24L01**

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Ahmad Fikri Marzuqi
Nim: 135150301111106



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

PENGESAHAN

IMPLEMENTASI *LOW POWER MODE* PADA PENDETEKSI KEBOCORAN GAS
DENGAN ATMEGA328P BERBASIS NRF24L01

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
Ahmad Fikri Marzuqi
NIM: 135150301111106

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
3 AGUSTUS 2018

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



Sabriansyah Rizolka Akbar, S.T., M.eng.
NIP: 19820809 201212 1 004

Dosen Pembimbing II



Rakhmadhany Primananda, S.T, M.Kom
NIK: 201609 860406 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Tri Astoto Kurniawan, S.T., M.T. Ph.D.
NIP:19710518 200312 1 001

A

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 23 juli 2018

METERAL
TEMPEL

D133CAFF199463191

6000
ENAM RIBU RUPIAH

Ahmad Fikri Marzuqi

NIM: 135150301111106



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat, hidayah dan inayahnya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi dengan judul **"Implementasi Low Power mode pada Pendeteksi Kebocoran Gas dengan Atmega328P berbasis NRF24L01"**. Terima kasih pula Penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Pihak-pihak tersebut antara lain:

1. Kedua orang tua tercinta yang sangat berperan penting dalam memberikan bantuan, dukungan, serta dorongan baik moral maupun moril dalam pengerjaan skripsi ini.
2. Bapak Sabriansyah Rizqika Akbar, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, ilmu dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Rakhmadhany Primananda, S.T., M.Kom selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, ilmu dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Semua teman-teman Teknik Komputer angkatan 2013 segala bantuannya sehingga terselesaikannya skripsi ini dan bantuan selama menjadi mahasiswa.
5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung demi terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun, karena penulis menyadari banyak kekurangan dalam menyusun lapran skripsi ini. Harapan dari penulis agar penelitian ini dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya dan perkembangan teknologi yang sedang dikembangkan.

Malang, 23 juli 2018

Penulis

Ahmad.af0877@gmail.com

ABSTRAK

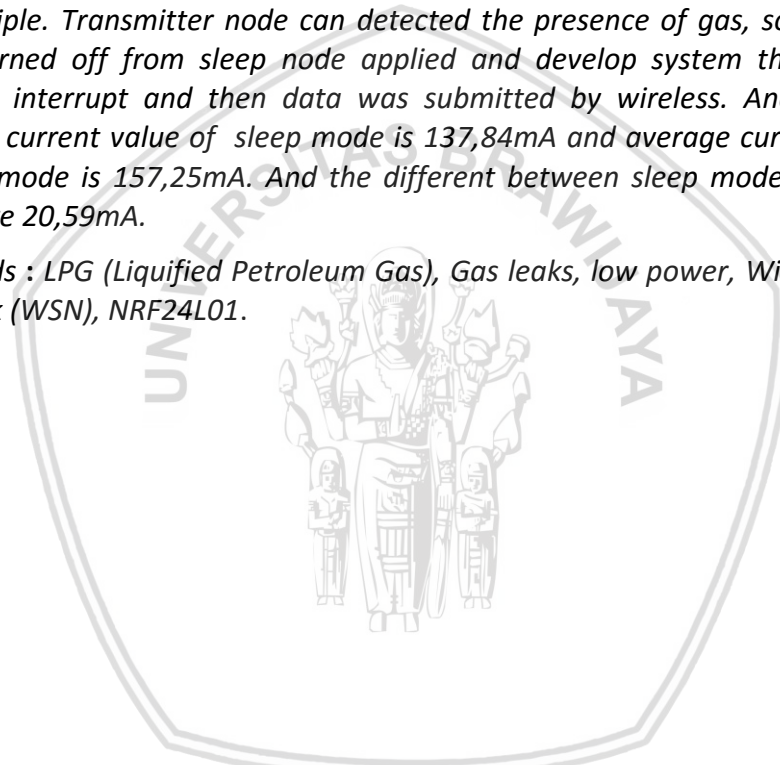
LPG (*Liquified Petroleum Gas*) merupakan bahan bakar alternatif sebagai pengganti minyak tanah dan bensin. Bahan bakar berbentuk gas tersebut memiliki sifat mudah meledak yang disebabkan karena kebocoran gas, sehingga perancangan sistem untuk mendeteksi kebocoran gas sangat dibutuhkan guna meminimalisir terjadinya kebakaran yang diakibatkan kebocoran gas. Perangkat yang digunakan menggunakan kinerja *low power* dengan atmega berbasis NRF24L01. . Penggunaan kinerja *low power* dengan mikrokontroler atmega328p pada *transmitter node* dimaksudkan untuk menghemat daya agar bertahan lama, dan *wireless sensor network* berbasis NRF24L01 untuk mengurangi banyaknya instalasi kabel yang rumit. Metode perancangannya terdiri dari 3 node sensor sebagai *transmitter* dan 1 receiver sensor node kemudian akan dihubungkan pada personal komputer. Dari hasil pengujian disimpulkan bahwa sistem dapat bekerja sesuai prinsipnya. *Transmitter node* dapat mendeteksi adanya gas, mematikan beberapa fitur dari mode sleep yang diterapkan dan membangunkan sistem yang berasal dari external interrupt kemudian data dikirimkan secara wireless. Hasil yang didapatkan ketika sleep mode nilai rata-rata arus yang didapat kan 137,84mA dan ketika kondisi normal mode nilai rata-rata arus yang didapatkan 157,25mA. Penurunan konsumsi kebutuhan arus berkisar total secara keseluruhan sebesar 20,59mA.

Kata kunci : LPG (*Liquified Petroleum Gas*), Kebocoran Gas, *low power*, *Wireless Sensor Network* (WSN), NRF24L01

ABSTRACT

LPG (Liquified Petroleum Gas) is an alternative fuel for petroleum and gas replacement. Gas fuel could explode because of gas leaks, the design of the system of gas leaks detection, is important for minimizing fire of gas leaks. It uses the low power performance with atmega based NRF24L01 for device. The reason of using low power with atmega328p's microcontroller on transmitter node is for saving a power consumption, and also using wireless sensor network based NRF24L01 to minimize cable installation. The method consists of 3 node sensors those are transmitter and 1 receiver node sensor, then it will be linked with personal computer. The result of testing was concluded that the system can work as principle. Transmitter node can detected the presence of gas, some features were turned off from sleep node applied and develop system that comes of external interrupt and then data was submitted by wireless. And the result, average current value of sleep mode is 137,84mA and average current value of normal mode is 157,25mA. And the different between sleep mode and normal mode are 20,59mA.

Keywords : *LPG (Liquified Petroleum Gas), Gas leaks, low power, Wireless Sensor Network (WSN), NRF24L01.*



DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR Tabel.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan masalah	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	5
2.1 Kajian pustaka	5
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 LPG	6
2.2.1.1 Pengertian LPG	6
2.2.1.2 Sifat-sifat LPG	6
2.2.1.3 Bahaya dari LPG	7
2.2.2 Atmega328P	7
2.2.2.1 Low power pada Atmega328p.....	8

2.2 Light weight Low power arduino IDE.....	9
2.2.3 Intergrated development environtmen.....	9
2.2.4 NRF24L01	10
2.2.5 Sensor gas MQ-6	10
2.2.6 Sensor FC-04.....	11
BAB 3 METODOLOGI	13
3.1 Perumusan Masalah	14
3.2 Studi literatur	14
3.3 Analisis Kebutuhan	14
3.2.1 Kebutuhan perangkat keras	14
3.2.2 Kebutuhan perangkat lunak.....	15
3.4 Perancangan Sistem.....	15
3.5 Tahapan Implementasi Sistem.....	16
3.6 Langkah Pengujian Sistem	16
3.7 Kesimpulan.....	16
BAB 4 rekayasa PERSYARATAN	17
4.1 Deskripsi umum	17
4.1.1 Perspektif sistem.....	17
4.1.2 Karasteristik pengguna.....	17
4.1.3 Batasan sistem perancangan	17
4.1.4 Asumsi dan ketergantungan	18
4.2 Perancangan Sistem.....	18
4.2.1 Kebutuhan antarmuka pengguna	18
4.2.2 Kebutuhan perangkat keras	18
4.2.3 Kebutuhan perangkat lunak.....	19

4.2.4 Kebutuhan komunikasi.....	20
4.2.5 Kebutuhan fungsional	20
4.2.5.1 Fungsi penggunaan <i>Low Power</i>	20
4.2.5.2 Fungsi pembacaan data sensor MQ-6	21
4.2.5.3 Fungsi pembacaan data sensor FC-04	21
4.2.5.4 Fungsi penerimaan data oleh <i>receiver sensor node</i>	21
4.2.5.5 Fungsi pengiriman data oleh <i>transmitter sensor node</i> ...	21
4.2.5.6 Fungsi pengolahan data <i>sensing</i>	21
4.2.5.7 Fungsi mekanisme <i>low power</i>	21
4.2.6 Kebutuhan Non fungsional	21
4.2.6.1 Arduino ISP.....	21
4.2.6.2 Bahasa C	21
4.2.6.3 Bootloader.....	21
4.2.7 Kebutuhan Perfomansi Sistem.....	22
4.2.8 Spesifikasi perangkat keras	22
4.2.8.1 <i>Personal Computer</i>	22
4.2.8.2 Mikrokontroler	23
4.2.8.3 Modul <i>Wireless</i>	23
4.2.8.4 Sensor FC-04.....	24
4.2.8.5 Sensor MQ-6	24
4.2.7.6 Sensor LDR	24
4.2.7.8 Modul <i>USB-to-TTL</i>	24
4.2.7.9 Multimeter	24

BAB 5 Perancangan dan implementasi	26
--	----

5.1 Perancangan sistem	26
------------------------------	----

5.1.1	Gambaran umum sistem.....	26
5.1.2	Perancangan <i>transmitter sensor node</i>	27
5.1.2.1	Perancangan modul NRF24L01	28
5.1.2.2	Perancangan sensor MQ-6.....	28
5.1.2.3	Perancangan sensor FC-04.....	29
5.1.2.4	Perancangan perangkat lunak	30
5.1.3	Perancangan <i>receiver sensor node</i>	31
5.1.3.1	Perancangan modul NRF24L01	32
5.1.3.2	Perancangan modul FTDI <i>Break-out</i>	33
5.1.4	Perancangan mekanisme <i>Low Power</i>	34
5.2	Implementasi sistem.....	35
5.2.1	Implementasi sistem pada <i>transmitter sensor node</i>	36
5.2.3	Implementasi sistem pada <i>receiver sensor node</i>	38
BAB 6	Pengujian dan analisis	41
6.1	Pengujian hasil Sensor MQ-6.....	41
6.1.1	Tujuan.....	41
6.1.2	Peralatan	41
6.1.3	Langkah Pengujian	41
6.1.4	Hasil dan analisis	42
6.2	Pengujian sensor FC-04.....	43
6.2.1	Tujuan.....	43
6.2.2	Peralatan	43
6.2.3	Langkah Pengujian	43
6.2.4	Hasil dan analisis	44
6.3	Pengujian fungsional node	44

6.3.1 Tujuan.....	45
6.3.2 Peralatan	45
6.3.3 Langkah Pengujian	45
6.3.4 Hasil dan analisis	45
6.4 Pengujian akurasi data.....	49
6.4.1 Tujuan.....	49
6.4.2 Peralatan	49
6.4.3 Langkah Pengujian	50
6.4.4 Hasil dan analisis	50
6.5 Pengujian arus <i>sleep mode</i>	51
6.4.1 Tujuan.....	51
6.4.2 Peralatan	51
6.4.3 Langkah Pengujian	51
6.4.4 Hasil dan analisis	51
6.6 Pengujian dalam keadaan wake	52
6.4.1 Tujuan.....	52
6.4.2 Peralatan	53
6.4.3 Langkah Pengujian	54
6.4.4 Hasil dan analisis	54
6.7 Perbandingan arus sleep mode dan wake.....	54
6.4.1 Tujuan.....	54
6.4.2 Peralatan	54
6.4.3 Langkah Pengujian	55
6.4.4 Hasil dan analisis	55
BAB 7 Penutup	56

7.1 Kesimpulan.....	56
7.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rencana kegiatan Skripsi	4
Tabel 2.1 Kajian pustaka	5
Tabel 2.2 ambang batas gas Lpg	7
Tabel 2.3 Pengaturan sleep mode Atmega328p.....	8
Tabel 2.4 Deskripsi pin sensor MQ-6	11
Tabel 2.5 Deskripsi sensor pin FC-04	11
Tabel 3.1 Perangkat keras	14
Tabel 4.1 penjelasan kebutuhan perangkat keras sistem.....	18
Tabel 4.2 penjelasan kebutuhan perangkat lunak sistem	19
Tabel 4.3 Spesifikasi asus x53	22
Tabel 4.4 Spesifikasi Atmega328p	23
Tabel 4.5 Spesifikasi NRF24L01	23
Tabel 4.6 Spesifikasi sensor MQ-6	24
Tabel 5.1 Keterangan Pin NRF24L01	28
Tabel 5.2 Keterangan Pin sensor MQ-6	28
Tabel 5.3 Keterangan Pin Sensor FC-04	30
Tabel 5.4 Keterangan Pin NRF24L01	32
Tabel 5.5 Keterangan Pin FTDI Break-out	33
Tabel 5.6 library yang digunakan pada transmitter node.....	36
Tabel 5.7 inisialisasi dan konfigurasi NRF24L01.....	37
Tabel 5.8 aktivasi interrupt pada modul FC-04	37
Tabel 5.9 Keterangan Pin Sensor MQ-6	37
Tabel 5.10 fungsi sleep power down pada transmitter node.....	38

Tabel 5.11 Library yang digunakan receiver node	39
Tabel 5.12 implementasi pada receiver node.....	39
Tabel 5.13 konfigurasi cetak pada receiver node	40
Tabel 6.1 Hasil pengujian sensor MQ-6	42
Tabel 6.2 Hasil pengujian sensor FC-04 pembacaan digital output.....	44
Tabel 6.3 Hasil pengujian menggunakan satu node	46
Tabel 6.4 Hasil pengujian menggunakan dua node	47
Tabel 6.5 Hasil pengujian menggunakan tiga node	48
Tabel 6.6 Hasil pengujian pengiriman data satu transmitter	48
Tabel 6.7 Hasil pengujian pengiriman data tiga transmitter	50
Tabel 6.8 Hasil pengujian low power	53
Tabel 6.9 Hasil pengujian normal mode	54
Tabel 6.10 Perbandingan arus pada kondisi low power dan normal mode	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 tabung gas LPG	6
Gambar 2.2 pin Atmega328p	8
Gambar 2.3 Tampilan utama IDE	10
Gambar 2.4 Pin pada NRF24L01	10
Gambar 2.5 Sensor Gas MQ-6.....	11
Gambar 2.6 Sensor FC-04.....	11
Gambar 3.1 alur pelaksana	13
Gambar 3.2 Perancangan Sistem	15
Gambar 4.1 notebook asus x53	22
Gambar 4.2 multimeter digital.....	24
Gambar 5.1 Diagram blok sistem.....	26
Gambar 5.2 Rancangan sistem transmitter node	27
Gambar 5.3 Flowchart perancangan sensor MQ-6.....	29
Gambar 5.4 Flowchart perancangan sensor FC-04	30
Gambar 5.5 Flowchart perancangan lunak transmitter.....	31
Gambar 5.6 rancangan sistem receiver sensor node	32
Gambar 5.7 Flowchart diagram receiver node	34
Gambar 5.8 Flowchart perancangan sleep power down.....	35
Gambar 5.9 Implementasi perangkat keras transmitter node	36
Gambar 5.10 Implementasi perangkat keras receiver node	39

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

LPG (*Liquified petroleum gas*) merupakan bahan bakar alternatif sebagai pengganti minyak tanah dan bensin. Bahan bakar dengan wujud gas ini mempunyai efek yang negatif, apabila terjadi kebocoran gas dan gas menguap diudara bebas maka akan membentuk lapisan, Lapisan yang terbentuk ini bersifat mudah terbakar, sehingga sangat berbahaya apabila terjadi penumpukan didalam ruangan tertutup dan berpotensi menyebabkan percikan api. Walaupun LPG yang dipasarkan di indonesia telah dilengkapi zat odor yang berbau menyengat, dan juga pengguna yang sering kurang berhati-hati. Dalam kasus ledakan tabung gas mengatakan bahwa LPG juga memiliki sifat dan kelakuan yang sangat berbahaya karena mudah terbakar dan mudah meledak, tidak beracun tapi jika menghirup lebih dari 1,000 ppm atau 01% ($100\%=1.000.000$ ppm) akan menyebabkan rasa kantuk, mimpi lalu kemudian meninggal. Gas LPG dapat menyebabkan ledakan pada konsentrasi 1,8% s/d 10% (Soemarsono, et al., 2015).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Firmansyah, 2017) dalam mendeteksi kebocoran gas hanya menggunakan ATMEGA328P dimana hal tersebut dinilai terlalu rumit. Karena Banyaknya kabel terhubung sehingga peneliti membuat pengembangan agar sistem yang digunakan dalam mendeteksi kebocoran gas secara *Wireless sensor network* akan menjadi lebih praktis dan simpel dengan berbasis NRF24L01 sehingga tidak perlu adanya instalasi kabel yang rumit hal tersebut tentu lebih menguntungkan bagi pengguna.

Wireless Sensor Network merupakan sebuah teknologi nirkabel yang diperlukan untuk keperluan pemantauan kondisi lingkungan sekitar, yang terdiri dari beberapa *sensor node* yang dapat saling berkomunikasi dan memproses informasi satu sama lain, seperti penelitian yang dilakukan oleh (Nikolic, 2014) dalam menganalisa penggunaan teknik *power saving* dengan melakukan simulasi pada MATLAB, dan oleh (Sonavane, 2009) yang merancang *sensor node* dengan *low power home network* menggunakan algoritma *Adaptive Power Control*. Dalam implementasi low power akan digunakan mikrokontroller ATMEGA dengan basis NRF24L01, ATMEGA merupakan chip IC buatan atmel yang termasuk dalam *alf and vegaard's risk processor* 8 bitt dengan menggunakan komponen RISC yang merupakan arsitektur komputasi modern dengan instruksi dan jenis eksekusi paling sederhana. Sedangkan Modul NRF24L01 sendiri merupakan modul komunikasi jarak jauh yang menggunakan frekuensi pita gelombang radio 2,4-2,5 GHz ISM.

Berdasarkan latar belakang tersebut pada penelitian kali ini dilakukan implementasi *low power mode* pada pendeteksi dini kebocoran gas menggunakan atmega berbasis NRF24L01 sebagai komunikasi datanya pada perancangan *transmitter sensor node* yang mana sensor node dilengkapi dengan dua sensor yang terdiri dari sensor gas MQ-6 dan sensor FC-04.

Kemudian satu sensor node lain menggunakan mikrokontroler ATmega328p dan dilengkapi modul *wireless* nRF24L01 sebagai receiver sensor node yang dihubungkan dengan PC (*personal Computer*)

Metode penghematan daya yang akan diterapkan adalah dengan menggunakan mekanisme *low power mode* yang mana mekanisme tersebut berisikan pengkodisian *sleep mode power down* pada mikrokontroler ATmega328p. Sistem akan bekerja sesuai dengan prinsip kerjanya yang diolah oleh ATmega328p dengan metode *low power* tersebut. Kerja *low power* pada perangkat sistem menonaktifkan fungsi ADC pada sensor gas MQ-6 sehingga tidak dapat mengambil nilai kadar gas ketika perangkat melakukan *sleep mode*. External oscillator yang berfungsi sebagai frekuensi clock dan timer dihentikan untuk sementara selama sistem menjalankan *sleep*. Data akan dikirimkan ketika tidak dalam keadaan mode *sleep* secara *wireless* menggunakan NRF24L01 ke receiver kemudian ditampilkan di personal computer

Berdasarkan latar belakang tersebut diharapkan terwujudnya mekanisme *low power* yang mampu menentukan mikrokontroler untuk memasuki mode *sleep power down* dan mode normal ketika terjadi external interrupt. Dan dapat berkontribusi dalam upaya penghematan energi khususnya dalam bidang *wireless sensor network*.

1.2 Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah yang didapatkan dari latar belakang masalah antara lain:

1. Bagaimana merancang mekanisme *low power* pada sistem kebocoran gas menggunakan Atmega328p berbasis NRF24L01?
2. Bagaimana mengimplementasikan *Low power* pada sistem kebocoran gas menggunakan Atmega328p berbasis NRF24L01?
3. Bagaimana performa mekanisme *low power* dan akurasi data yang dijalankan terhadap sistem kebocoran gas menggunakan Atmega328p berbasis NRF24L01?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada latar belakang diatas, dapat ditemukan tujuan di penelitian ini sebagai berikut:

1. Dapat merancang mekanisme *low power mode* pada sistem kebocoran gas sebagai kebocoran gas menggunakan atmega328p berbasis NRF24L01
2. Dapat menunjukkan implementasi *low power mode* pada sistem kebocoran gas sebagai kebocoran gas menggunakan atmega328p berbasis NRF24L01
3. Dapat mengukur performa mekanisme *low power mode* terhadap sistem kebocoran gas menggunakan Atmega328p berbasis NRF24L01

1.4 Manfaat

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Penerapan low power diharapkan dapat memberikan kinerja tegangan pada sistem yang lebih rendah sehingga dapat menjadi solusi yang akurat terhadap komunikasi daya yang tinggi menjadi lebih hemat.
2. Memberikan alternative dalam menggunakan low power sehingga sistem berjalan dan bertahan lebih lama serta tidak perlu melakukan isi ulang daya secara terus menerus dalam kurun waktu yang cepat.
3. Mengetahui beberapa sumber pengetahuan yang dapat menyebabkan penghematan energi pada piranti sistem cerdas baik dari perangkat lunak maupun perangkat keras..

1.5 Batasan masalah

Dengan mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan, maka hal-hal yang berkaitan dengan alat di berikan batasan sebagai berikut:

1. Metode yang dilakukan menggunakan low power menggunakan Atmega328P dan menggunakan komunikasi nirkabel berbasis radio frekuensi dengan modul nRF24L01
2. Implementasi menggunakan empat node, tiga yang berfungsi sebagai *transmitter* dan *receiver*.
3. *Transmitter sensor node* menggunakan 2 modul sensor yakni MQ-6 sebagai mendeteksi kebocoran gas dan FC-04 sebagai pendeteksi suara atau desis LPG
4. Metode yang diterapkan menggunakan sleep mode dan awake
5. Mode sleep yang digunakan sleep mode power down
6. Mode awake yang digunakan external interrupt
7. Keluaran akan ditampilkan menggunakan laptop serial monitor
8. Tidak terdapat tekanan angin AC di dekat *transmitter node*

1.6 Sistematika Subbab

Uraian singkat mengenai sistematika pembahasan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang informasi secara umum yaitu latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penelitian.

BAB II Landasan Kepustakaan

Pada bab ini akan menjelaskan tentang landasan teori yang terkait dengan penelitian. Pada bab ini juga dijelaskan tentang penelitian serupa yang pernah dilakukan.

BAB III Metode Penelitian

Membahas tentang langkah kerja yang dilakukan dalam penulisan diantaranya identifikasi dan perumusan masalah studi literatur, analisis kebutuhan system, perancangan sistem, dan analisis hasil, penarikan kesimpulan.

BAB IV Perancangan dan Implementasi

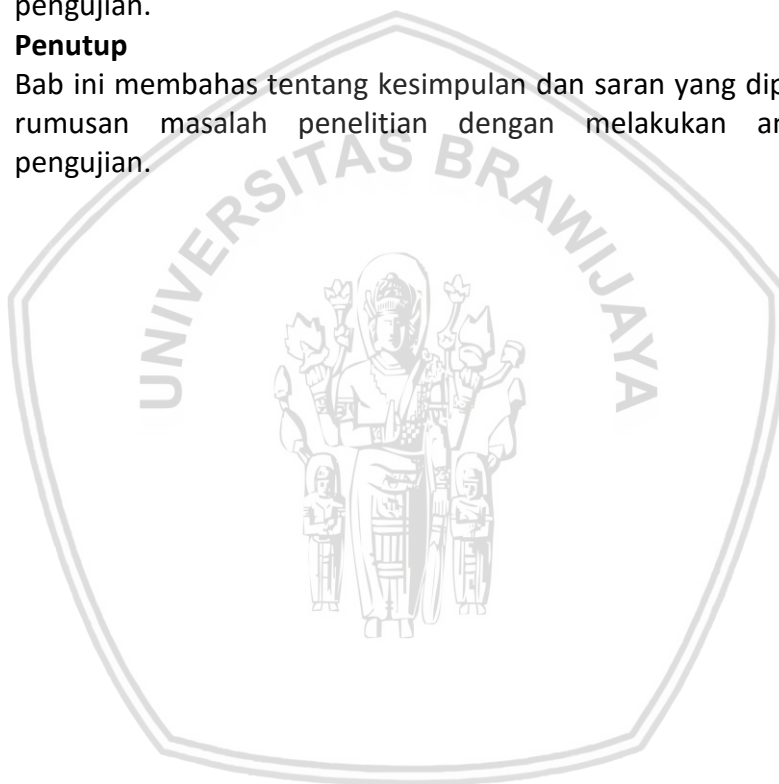
Bab ini menjelaskan perancangan sistem penelitian serta implementasi sistem penelitian berupa implementasi perangkat keras, implementasi perangkat lunak, dan implementasi sebagai *output* dari sistem.

BAB V Pengujian dan Analisa

Bab ini membahas beberapa langkah kerja dalam melaksanakan pengujian.

BAB VI Penutup

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari rumusan masalah penelitian dengan melakukan analisis dan pengujian.



BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab ini berisi tinjauan pustaka yang meliputi tinjauan pustaka dari dasar teori yang diperlukan dalam penelitian. Tinjauan pustaka membahas terkait penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Dasar teori membahas teori yang diperlukan dalam penelitian.

2.1 Kajian pustaka

Kajian pustaka berisikan tentang perbandingan mengenai penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan rencana penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti. Berikut ini adalah perbandingannya:

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Nama Penulis, Tahun dan judul	Persamaan	Perbedaan	
			Penelitian terdahulu	Rencana penelitian
1	Rizky Putra Pratama [2017] <i>Rancang Bangun Low Power Sensor Node Menggunakan MSP430 Berbasis NRF24L01</i>	Menerapkan low power sebagai bentuk penghemat daya terhadap sumber energi	Meneliti utilitas low power pada sensor node LM35 dengan MSP430	Menerapkan mekanisme low power pada sebuah sistem deteksi dini bocor dengan Atmega328p berbasis NRF24L01
2	Widyanto dan Deni Erlansyah [2014] <i>Alat Deteksi kebocoran Tabung gas Elpiji berbasis mikrokontroller</i>	Menggunakan sensor gas untuk mendeteksi kebocoran gas	Menggunakan sensor gas, kondisi sistem melakukan sensing secara terus menerus	Penerapan low power pada deteksi kebocoran gas untuk mengurangi daya yang dikeluarkan
3	Eko Hilmi Firmansyah [2018] <i>Implementasi Low power mode pada</i>	Menggunakan atmega sebagai mikrokontroller untuk pendeteksi	Menerapkan mekanisme low power pada sistem pendeteksi kebocoran gas dini	Menerapkan mekanisme low power pada deteksi dini kebocoran gas menggunakan atmega dan dikirim

	perangkat sistem pendeteksi kebocoran gas menggunakan atmega	kebocoran gas gini	menggunakan atmega	secara <i>wireless</i> menggunakan NRF24L01
--	--	--------------------	--------------------	---

2.2 Dasar Teori

Dasar teori membahas teori – teori yang diperlukan dalam menyusun penelitian sesuai dengan yang diusulkan.

2.2.1 LPG (Liquified Petroleum Gas)

2.2.1.1 Pengertian LPG

Liquified Petroleum Gas atau biasa banyak dikenal dengan sebutan LPG, secara harfiah memiliki arti campuran dari berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya, gas akan berubah menjadi cair. Berdasarkan keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi Nomor: 25K/36/DDJM/1990 terdapat tiga jenis *liquefied petroleum gas*, yaitu elpiji campuran, elpiji *propane*, dan elpiji *butane*. Komponen yang meliputi telah didominasi jenis *propane* (C^3H^8) dan *butane* (C^4H^{10}) (Pertamina, n.d.). Selain itu, LPG mengandung gas hidrokarbon lain dalam komposisi jumlah yang kecil dan ringan, contoh nya adalah *etana* (C^2H^6) dan *pentane* (C^5H^{12}) (Akbar, 2010). Gambar bisa dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tabung gas *Liquified Petroleum Gas* (LPG)

Sumber: (Firmansyah, 2017)

2.2.1.2 Sifat-Sifat LPG

LPG sendiri terdiri dari beberapa sifat yang terbagi menjadi 2 bagian yaitu :

1. Sifat Khas LPG

Sifat khas yang dimiliki LPG yakni bersifat *flammable* yang dapat diartikan mudah terbakar. *Flammability* juga termasuk dalam sifat khas LPG yang mempunyai arti

bahwa LPG sebagai sumber api yang terbuka, sehingga ketika terdapat sedikit percikan api maka akan menyambar gas LPG tersebut.

2. Sifat Umum LPG

Sifat umum pada LPG dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) LPG memiliki tekanan gas yang tinggi, apabila terjadi kebocoran LPG akan membentuk gas secara padat dan cepat.
- 2) Berat jenis gas LPG ini lebih besar dari pada udara sehingga cenderung bergerak mengelilingi di sekitar ruangan tersebut.
- 3) LPG dapat menghambur di udara secara perlahan sehingga untuk mengetahui secara dini sangat sulit (firmansyah, 2017).

2.2.1.3 Bahaya dari LPG

LPG juga dapat menimbulkan beberapa risiko. Salah satu risiko dari penggunaan gas LPG adalah kemungkinan terjadinya kebocoran pada tabung gas atau pada saat instalasi gas. Ketika dua kejadian tersebut terjadi maka akan berakibat pada terjadinya kebakaran atau ledakan. Pada dasarnya gas LPG tidak memiliki bau yang khas, sehingga sulit bagi pengguna untuk mendeteksi apabila terjadi kebocoran pada tabung gas tersebut. Tekanan gas LPG yang cukup besar dapat menimbulkan adanya kebocoran pada tabung gas sehingga gas yang keluar membentuk secara cepat dan merubah volumenya menjadi lebih besar. Maka pada tabel 2.2 akan ditunjukkan ambang batas yang dimiliki gas LPG.

Tabel 2.2 Ambang batas gas *Liquidified Petroleum Gas* (LPG)

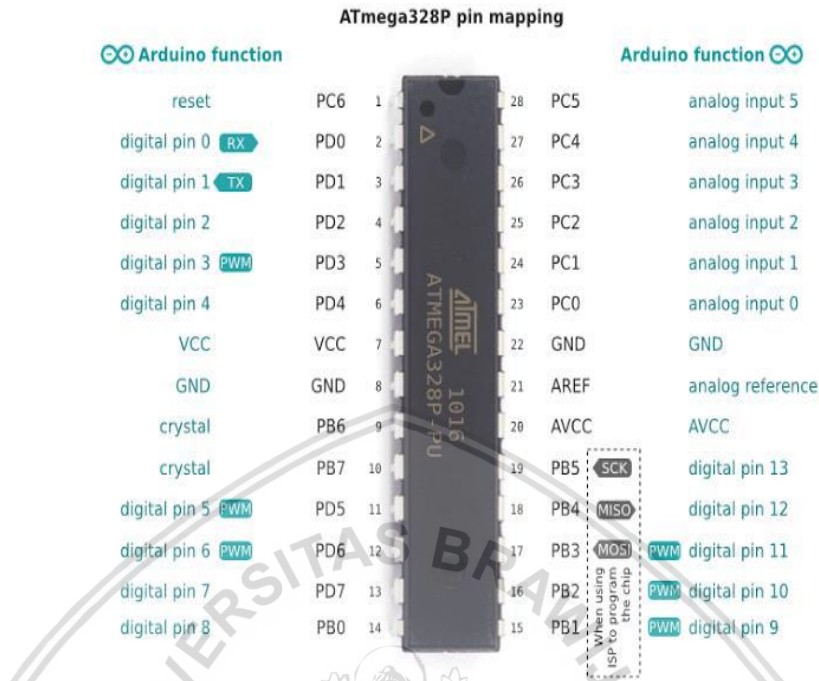
Kadar (PPM)	Maksimal Paparan	Akibat
0 - 500	-	Iritasi ringan
500 – 1000	8 Jam	Mudah terbakar
> 1000	15 Menit	Ledakan hebat, jika terhirup menyebabkan sakit kepala, lemas, <i>euphoria</i> dan kematian

Sumber: (NJSHealth, 2010)

2.2.2 Atmega328p

ATmega328P adalah chip IC (Integrated Circuit) buatan Atmel Corporation dengan menggunakan arsitektur RISC (Reduce Instruction Set Computer) yang merupakan arsitektur komputasi modern dengan intruksi-intruksi dan jenis eksekusi paling sederhana, ATmega328P memungkinkan untuk diprogram ulang melalui antar muka SPI (Serial Peripheral Interface) atau melalui cara konvensional. Chip ini dapat memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data, serta hanya membutuhkan daya antara 1,8 volt – 5,5 volt untuk menjalankan program hingga 4Kb sehingga memungkinkan

untuk penggunaan sistem yang membutuhkan daya rendah (Atmel, 2016). Pada Gambar 2.2 merupakan pin mapping pada ATmega328P.



Gambar 2.2 Pin pada ATmega328P
Sumber : (Atmel, 2016)

2.2.2.1 Low Power pada Atmega328p

Pada ATmega328P terdapat fitur *sleep mode* di antaranya adalah mode *Idle*, *ADC Noise Reduction*, *Power-down*, *Power-save*, *Standby*, atau *Extended Standby* yang ditunjukkan pada Tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3 Pengaturan *sleep mode* ATmega328P

Table 9-1. Active Clock Domains and Wake-up Sources in the Different Sleep Modes.

Sleep Mode	Active Clock Domains					Oscillators		Wake-up Sources							Software BOD Disable
	clk _{CPU}	clk _{FLASH}	clk _{IO}	clk _{ADC}	clk _{ASY}	Main Clock Source Enabled	Timer Oscillator Enabled	INT1, INT0 and Pin Change	TWI Address Match	Timer2	SPM/EEPROM Ready	ADC	WDT	Other I/O	
Idle			X	X	X	X	X ⁽²⁾	X	X	X	X	X	X	X	
ADC Noise Reduction				X	X	X	X ⁽²⁾	X ⁽³⁾	X	X ⁽²⁾	X	X	X		
Power-down								X ⁽³⁾	X				X		X
Power-save					X		X ⁽²⁾	X ⁽³⁾	X	X			X		X
Standby ⁽¹⁾						X		X ⁽³⁾	X				X		X
Extended Standby					X ⁽²⁾	X	X ⁽²⁾	X ⁽³⁾	X	X			X		X

Notes: 1. Only recommended with external crystal or resonator selected as clock source.
2. If Timer/Counter2 is running in asynchronous mode.
3. For INT1 and INT0, only level interrupt.

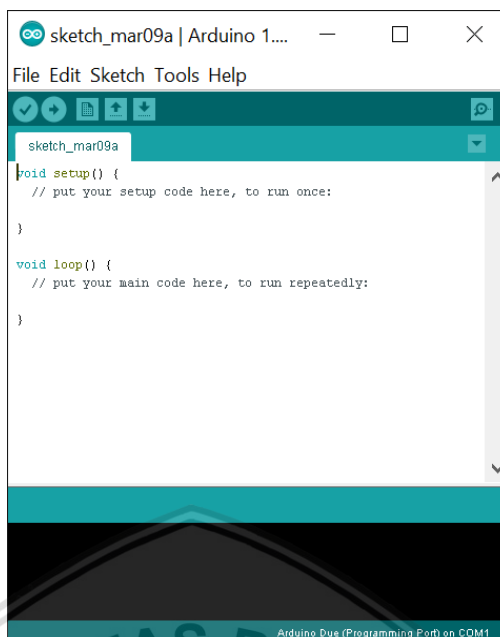
Untuk mengaktifkan *sleep mode* pada ATmega328P dapat menggunakan *library* *lowpower.h*, dalam *sleep mode* terdapat kondisi untuk mengaktifkan dan mematikan BOD (*Brown Out Detection*) maupun ADC (*Analog to Digital Converter*). Untuk mengaktifkan fungsi tersebut dilakukan dengan cara mengubah nilai bit *control register* SE pada ATmega328P menjadi logika *high* sedangkan untuk kembali ke mode normal maka rubah nilai bit *control register* SE menjadi logika *low*. Selain itu terdapat pula rangkaian BOD (*Brown Out Detection*) yang berfungsi untuk memantau tingkat tegangan selama *chip* beroperasi. BOD (*Brown Out Detection*) dapat mencegah kesalahan *chip* dalam menjalankan program ketika tegangan kurang dari seharusnya (Atmel, 2016).

2.2.2.2 *Lightweight Low Power Arduino library*

Lightweight Low Power merupakan *library* yang dibuat agar dapat memudahkan dalam pengaplikasian *sleep mode*, pada *library* tersebut mendukung seluruh *sleep mode* yang ada pada mikrokontroler ATmega328P. Pada website resmi dari *Lightweight Low Power Arduino* telah dipaparkan gambaran konsumsi arus yang didapatkan dengan menggunakan setiap pilihan *sleep mode* yang terdapat pada mikrokontroler ATmega328P. Pada penelitian ini menggunakan metode *sleep mode power down* Untuk mengaktifkan *sleep mode* melalui *library Lightweight Low Power Arduino* yakni dengan memanggil fungsi "*LowPower.(pilihan mode)(pilihan yang akan dimatikan);*", dalam penelitian kali ini menggunakan mode *power down* dan akan menonaktifkan *active clock domains*, ADC (*Analog Digital Converter*), *oscillator*, *timer2*, dan SPM / EEPROM dan mengaktifkan kembali menggunakan *external interrupt* (Rocket Scream, 2011).

2.2.3 Integrated Development Environment (IDE)

IDE merupakan sebuah aplikasi yang mencakup *editor*, *compiler*, dan *uploader* (Istiyanto, 2014). Peran IDE dalam menuliskan program pada editor teks adalah untuk memprogram kode – kode kinerja sistem, menjadikan kode biner, meng-*upload* ke dalam *memory* mikrokontroler, fitur informasi yang tersedia berbasis pesan area, teks *console*, dan *toolbar* dengan tampilan tombol fungsi umum, dan beberapa fitur – fitur menu yang terdapat pada IDE. IDE sendiri terhubung dengan perangkat yang kemudian saling menjalankan komunikasi dengan perangkat tersebut. *Sketch* adalah serangkaian perangkat lunak yang ditulis menggunakan bahasa program yang nantinya akan dituliskan atau diketik programnya di dalam *editor* teks. (Djuandi, 2011). Informasi yang akan di dapat berupa pesan area yang akan memberikan umpan balik ketika menyimpan program maupun menjalankan program serta dapat menampilkan informasi apabila terdapat kode program yang masih mengalami kesalahan dalam pembacaannya. IDE ini dapat berjalan di berbagai macam operating system dan bisa di dapatkan secara online di situs resmi Arduino secara gratis. Adapun bentuk IDE dapat dilihat pada Gambar 2.3.

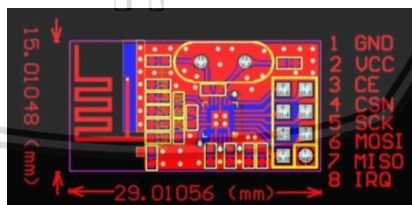


Gambar 2.3 Tampilan utama *Integrated Development Environment (IDE)*

Sumber: <<https://www.arduino.cc/>>

2.2.4 NRF24L01

NRF24L01 adalah modul komunikasi yang dapat digunakan untuk keperluan pengiriman ataupun penerimaan data secara wireless. Modul ini memanfaatkan gelombang frekuensi radio antara 2.4GHz-2.5Ghz keunggulan pengiriman data dengan gelombang radio ialah jangkauannya yang lebih luas jika dibandingkan dengan menggunakan bluetooth. Modul ini juga dapat mendukung antarmuka SPI (Serial Peripheral Interfaces). Terdapat 8 buah pin pada modul ini, di antaranya: VCC (3,3 volt), GND, CSN, CE, MOSI, MISO, SCK dan IRQ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. (ASA, 2007)



Gambar 2.4 Pin pada nRF24L01

Sumber : (Hidayat, 2017)

2.2.5 Sensor Gas MQ-6

Pada dasarnya sensor merupakan alat yang digunakan untuk menangkap kejadian dalam bentuk konsep fisika atau kimia lalu mentransformasikan menjadi sinyal elektrik baik berupa listrik maupun tegangan. Sensor gas MQ-6 merupakan sensor yang bertugas untuk mendeteksi gas yang berbahan senyawa SnO_2 sebagai pendeteksi bau pada gas LPG. Sensor MQ-6 ini dapat mendeteksi gas pada konsentrasi di udara sekitar 200 ppm sampai dengan 10.000 ppm. Karena itu sensor ini memiliki sensitivitas yang tinggi dan waktu respon yang sangat cepat. Keluaran

pada sensor gas MQ-6 ini berupa resistansi *analog* (Soemarsono, et al., 2015). Pada Gambar 2.4 akan ditunjukkan bentuk fisik dari sensor gas MQ-6.

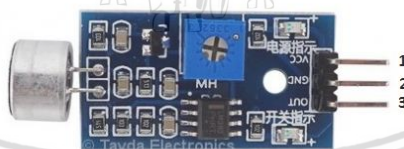


Gambar 2.5 Sensor gas MQ-6

Sumber: (Soemarsono :2015)

2.2.6 Sensor Suara FC-4

Sensor suara merupakan jenis alat yang mampu mengubah gelombang sinusoidal suara menjadi gelombang sinus energi listrik. Sensor suara bekerja dengan cara mendeteksi berdasarkan intensitas suara dengan mengukur besar kecilnya kekuatan gelombang suara di sekeliling sensor. Dapat juga dilakukan dengan mengidentifikasi keberadaan atau ketidakberadaan suara berdasarkan prinsip getaran suara mengenai membran sensor sehingga menyebabkan bergeraknya membran sensor yang juga terdapat sebuah kumparan kecil di balik membran naik dan turun. Kumparan tersebut ibarat sebuah pisau berlubang – lubang, maka pada saat bergerak naik – turun juga membuat gelombang magnet yang mengalir melewatinya menjadi terpotong – potong. Kecepatan gerak kumparan menentukan kuat lemahnya gelombang listrik yang dihasilkannya. Adapun deskripsi interface sensor suara FC-4 ditunjukkan pada Tabel 2.5 dan bentuk fisik dari



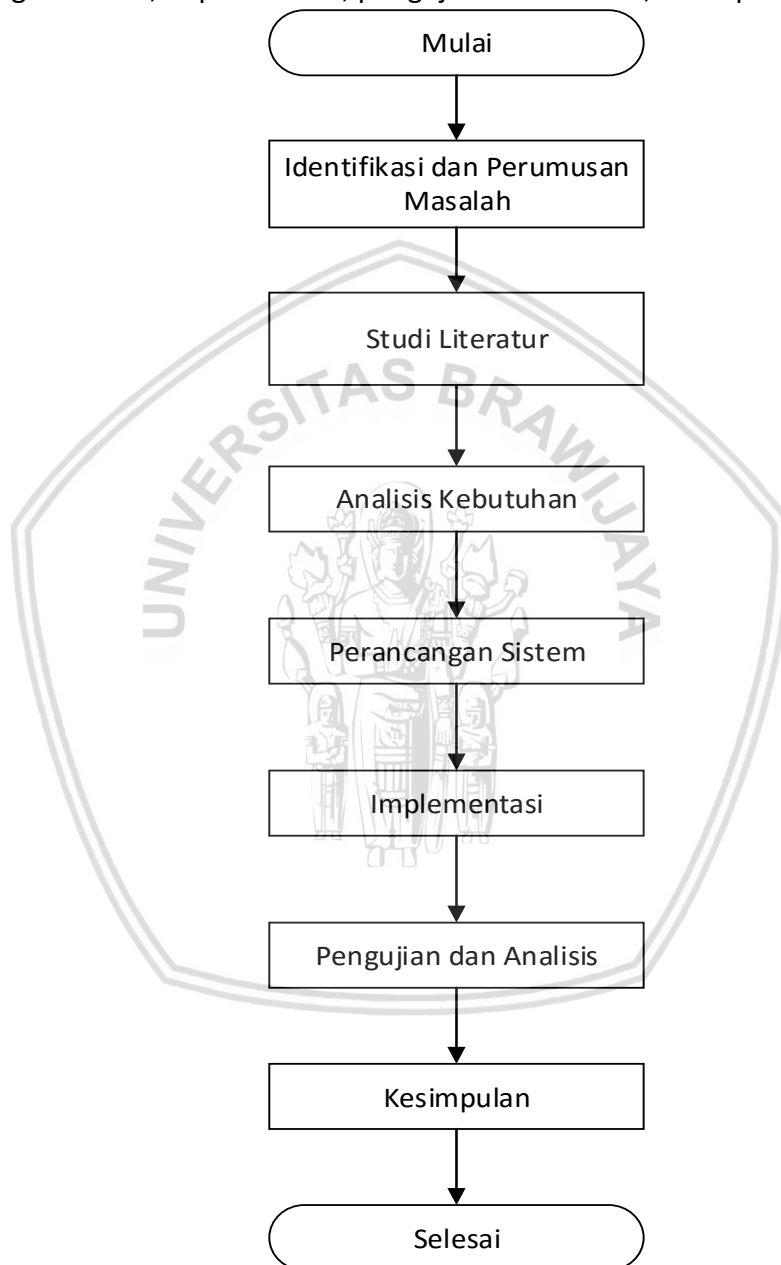
Gambar 2.6 Sensor suara FC-4

Sumber: (Firmansyah, 2017)

BAB 3

METODOLOGI

Pada bab ini penulis menjelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penyusunan skripsi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.1 yang meliputi identifikasi dan perumusan masalah, studi literature, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian dan analisis, kesimpulan.



Gambar 3.1 Alur Pelaksanaan

3.1 Perumusan Masalah

Langkah ini merupakan langkah awal dari suatu penelitian, yaitu dengan mencari masukan terhadap masalah yang akan diteliti melalui observasi. Peneliti merumuskan masalah bagaimana implementasikan low power pada kebocoran gas dengan Atmega328P menggunakan NRF24L01

3.2 Studi literature

Dalam penyusunan Studi literatur dilakukan bertujuan untuk mempelajari serta memahami dasar teori yang digunakan sebagai penunjang agar tidak mengalami kendala pada tahap perancangan. Pada tahap studi literatur ini akan dipelajari teori-teori yang digunakan dalam pengerjaan skripsi. Diantara teori pendukung tersebut diperoleh dari buku, jurnal, e-book, dokumentasi, dan penelitian yang berkaitan dengan skripsi. Referensi utama yang diperlukan dalam penulisan ini adalah forum arduino dan jurnal

3.3 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan ditujukan untuk melakukan analisis pada beberapa kebutuhan yang akan diperlukan perancangan dan pengujian sistem. Analisa kebutuhan dilakukan dengan cara melakukan identifikasi kebutuhan system, serta peralatan yang terlibat didalamnya. Dalam kebutuhan sistem terjadi proses identifikasi terhadap beberapa perangkat yang digunakan seperti perangkat keras maupun perangkat lunak. Dengan adanya proses identifikasi tersebut dapat memudahkan pengimplementasian sistem.

3.3.1 Perangkat Keras

Analisa kebutuhan perangkat keras (*Hardware*) yaitu menganalisis kebutuhan perangkat keras apa saja yang akan digunakan untuk membuat sebuah sistem pada penelitian ini. Perangkat keras yang akan digunakan antara lain:

Tabel 3.1 Perangkat keras

Nama perangkat	kegunaan
Atmega328P	Sebagai mikrokontroler <i>node</i>
nRF24L01	Perangkat komunikasi <i>Wireless</i>
Sensor MQ-6	Sensor Gas
Sensor FC-4	Sensor Suara

3.3.2 Perangkat Lunak

Kebutuhan perangkat lunak berguna untuk kebutuhan penelitian dalam menjalankan pembuatan program. Berikut adalah kebutuhan pada perangkat lunak (software) yaitu:

1. IDE (Integrated Development Environment)

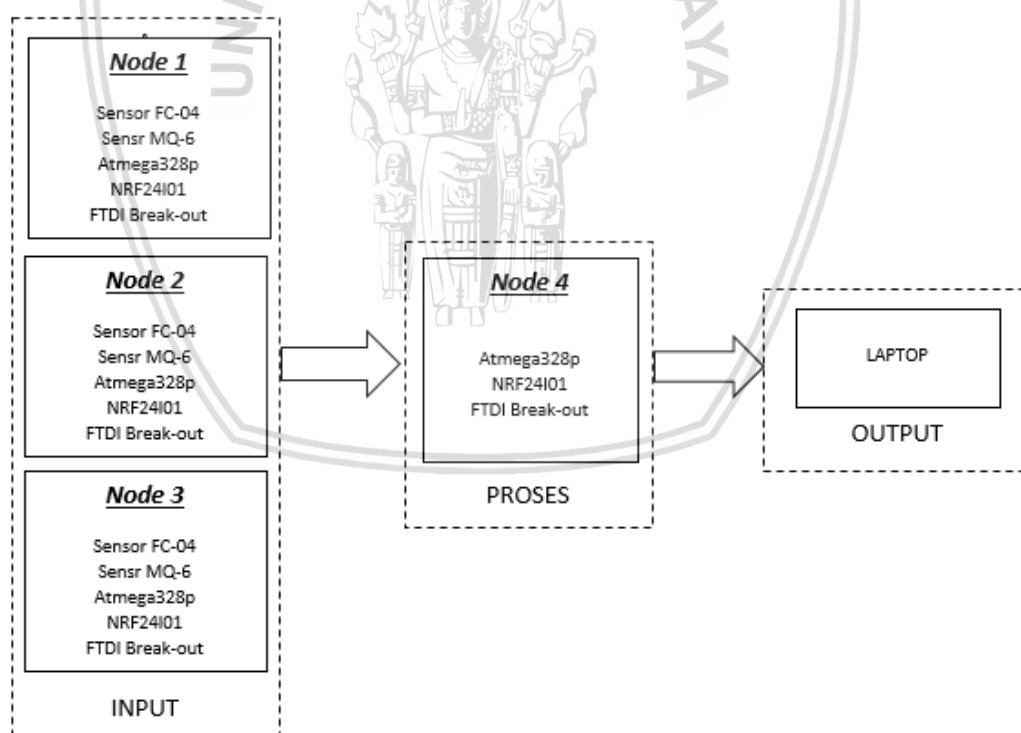
IDE sebagai perangkat yang digunakan oleh pemrograman dalam menuliskan kode – kode program yang nantinya akan ditanamkan pada sistem. Selain itu, sebagai monitoring pada serial monitor dan juga sebagai pemanggilan fungsi – fungsi kinerja sistem yang ada pada library.

2. Sistem Operasi

Sistem Operasi sebagai pendukung dalam menjalankan sistem pada perangkat lunak IDE dan membangun sebuah rancangan kebutuhan apa saja yang dibutuhkan dalam membentuk suatu sistem. Operating System yang dipakai dalam penelitian menggunakan sistem operasi windows versi 8.1.

3.4 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan agar pembuatan sistem pada penelitian ini dapat terarah dan terstruktur. Perancangan dilakukan apabila seluruh kebutuhan sistem telah dilakukan. Perancangan sistem pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Perancangan Sistem

Berdasarkan Gambar 3.2 diatas, menggambarkan tentang perancangan sistem dimana pada gambar tersebut terdapat 4 node yang terdiri dari 3 node sensor sebagai *transmitter* dan 1 receiver sensor node. Pada *transmitter sensor node* dirancang dengan beberapa komponen modul utama, yakni mikrokontroler

atmega328P, modul USB-to-TTL FTDI Break-out, modul komunikasi nirkabel NRF24L01, modul sensor FC-4, modul sensor MQ-6, sedangkan receiver sensor node dirancang dengan komponen yang lebih sedikit, yakni mikrokontroler Atmega328P, modul komunikasi nirkabel NRF24L01, dan modul USB-to-TTL FTDI Break-out, yang kemudian akan dihubungkan pada personal Computer. hasil data yang dikirimkan pada *transmitter* dan diterima oleh receiver kemudian hasil data akan di tampilkan di laptop pada serial monitor.

3.5 Tahapan implementasi sistem

Implementasi sistem ini dilakukan berdasarkan pada rencana perancangan yang dibuat sebelumnya. Sistem terdiri dari 4 *node* yang berfungsi sebagai 3 *node* sensor sebagai *transmitter* dan 1 *node* sebagai receiver. Pada *receiver node* terdapat dua proses yang meliputi penerimaan data dan menampilkan data hasil *sensing*. Pada *transmitter node* akan menjalankan mekanisme *low power*, menerima hasil *sensing* dari sensor dan melakukan pengiriman data. Sistem menjalankan mekanisme *low power* dengan pengaturan kondisi yakni *sensor node* akan memasuki *sleep mode* hanya ketika sensor FC-4 tidak dalam mendeteksi desis suara dari kebocoran gas.

3.6 Langkah Pengujian Sistem

pada tahapan pengujian dilakukan pengujian sistem dengan menggunakan parameter yang sesuai pada perancangan sistem agar sistem dapat berjalan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian sistem yang dilakukan meliputi:

1. Pengujian akurasi hasil *sensing* setiap modul sensor yang digunakan pada *transmitter sensor node*
2. Pengujian kesesuaian mode berdasarkan perubahan nilai konsumsi arus yang signifikan pada *transmitter sensor node*
3. Pengujian penghematan daya secara *low Power* berdasarkan pada konsumsi arus pada *transmitter sensor node*.
4. Pengujian performa pengiriman data berdasarkan jarak dan persentase keberhasilan pengiriman di antara *transmitter* dan *receiver sensor node*.

3.7 Kesimpulan

Pada tahap pengambilan kesimpulan dapat dilakukan setelah semua tahap pada bab 3 ini terselesaikan. Kesimpulan didapat berdasarkan pada hasil pengujian dan analisi terhadap sistem yang dibangun oleh penulis. Kesimpulan yang dibuat diharapkan menjadi referensi untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem.

BAB 4 REKAYASA PERSYARATAN

4.1 Deskripsi Umum

Rekayasa secara umum dalam penelitian meliputi tujuan, manfaat, dan perspektif pada perangkat sistem dalam mendeteksi adanya kebocoran gas dengan implementasi *low power*. Sehingga ruang lingkup sistem dapat dirancang dan diimplementasikan untuk diterapkan dalam penggunaan karakteristik pengguna. Perangkat sistem dalam penelitian *low power* dan mendeteksi kebocoran gas juga memiliki batasan – batasan yang terkandung dalam pembuatan rancangan sehingga asumsi implementasi dapat diuji dan dianalisis.

4.1.1 Perspektif Sistem

Sistem dikatakan berjalan dengan baik apabila mekanisme *low power* pada *transmitter* menjalankan prinsip kerjanya dengan menjalankan fitur pada mikrokontroler yakni *sleep mode* ketika tidak adanya deteksi bocornya gas yang masuk berdasarkan deteksi masukan dari sensor suara. Prinsip kerja selanjutnya sistem dapat melakukan *wake mode* dengan mendeteksi adanya suara desis kebocoran dari regulator gas sehingga sistem dapat mengaktifkan melalui fitur tersebut yakni *interrupt* dari sensor suara kemudian mengirimkan hasil sensor data pada receiver sensor node untuk ditampilkan melalui serial monitor. Hasil pengiriman data yang ditampilkan melalui *receiver sensor node* harus sesuai dengan yang dikirimkan oleh *transmitter sensor node*.

4.1.2 Karakteristik pengguna

Karakteristik pengguna dari sistem ini bersifat pasif, yang mana pengguna hanya bisa memonitor hasil data melalui serial monitor. Sedangkan pengaturan *sleep mode* menggunakan *power down* untuk *awake mode* menggunakan *external interrupt*, apabila ingin melakukan perubahan sistem hanya dapat dilakukan dengan cara mengupload ulang program yang telah dimodifikasi melalui aplikasi dekstop arduino IDE.

4.1.3 Batasan Sistem Perancangan dan Implementasi

Sistem pada penelitian ini memiliki batasan dari segi perancangan dan implementasi. Batasan – batasan tersebut antara lain adalah sebagai berikut:

1. Pemanfaatan *low power* menggunakan chip mikrokontroler buatan Microchip yakni Atmel ATmega328P dan menggunakan NRF24I01 sebagai komunikasi wireless.
2. Sistem mendeteksi kadar nilai gas yang didapatkan dari sensor gas MQ-6 ketika mendeteksi adanya gas.
3. Sistem mendeteksi suara gas bocor yang didapatkan dari sensor suara FC-4 ketika mendeteksi desis suara bocornya gas.
4. Peletakan *transmitter* dan *receiver sensor node* berjarak maksimal 25 meter.

5. sleep mode power down hanya diimplementasikan pada transmitter sensor node.

4.1.4 Asumsi dan Ketergantungan

Berikut ini Beberapa asumsi dan ketergantungan yang ada pada sistem ini antara lain:

1. Indikasi sistem melakukan *sleep mode power down* yakni dengan tidak adanya nilai kadar gas yang bocor.
2. Ketika *sleep mode power down* aktif maka sistem akan mematikan beberapa fungsional sistem yang bekerja.
3. Indikasi sistem melakukan *wake* yakni dengan bernilai *high* pada logika sistem dalam menanggapi suara desis kebocoran dari tabung gas.
4. Untuk memanfaatkan *sleep mode* menggunakan *library avr/sleep.h*
5. Untuk memanfaatkan *wake mode* menggunakan *library avr/interrupt.h*
6. Terdapat *library avr/power.h* untuk kode program yang membutuhkan *enable* maupun *disable* pada power.
7. Diasumsikan untuk mendapatkan kadar nilai gas yakni menggunakan gas portabel yang gas nya dimasukkan ke dalam botol.
8. Diasumsikan untuk mendapatkan deteksi bunyi desis kebocoran gas menggunakan tiupan dari manusia.
9. Pengecekan dan keluaran sistem dari tiap – tiap kode program selama pengujian dipantau melalui serial monitor

4.2 Perancangan Sistem

Pada bagian ini menjelaskan tentang kebutuhan antar muka pengguna, kebutuhan perangkat keras, kebutuhan perangkat lunak, kebutuhan komunikasi, dan kebutuhan fungsionalitas

4.2.1 Kebutuhan Antarmuka Pengguna

Pengguna dapat berinteraksi dengan melihat dan memperhatikan pada kinerja sistem dari hasil olah data yang didapatkan dari sensor kemudian akan ditampilkan oleh keluaran sistem.

4.2.2 Kebutuhan Perangkat Keras

Kebutuhan perangkat keras pada sistem yakni terdiri dari laptop, sensor MQ-6, sensor FC-4, jumper, mikrokontroler ATmega328p, NRF24L01, baterai. Yang akan digunakan oleh peneliti untuk mengimplementasikan perancangan yang sudah dibuat oleh peneliti Berikut merupakan beberapa penjelasan dari beberapa perangkat keras yang dipaparkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Penjelasan kebutuhan perangkat keras sistem

Kebutuhan Perangkat Keras	Fungsi
Mikrokontroller ATmega328p	Sebagai sistem kontrol yang akan mengolah data hasil kedua sensor dan diproses agar data tersebut mendapat informasi situasi yang ditampilkan berupa hasil keluaran
Sensor MQ-6	Sebagai data masukan sistem berupa deteksi pembacaan adanya gas LPG, propane, butane
Sensor FC-4	Sebagai data masukan sistem berupa deteksi pembacaan adanya suara desis yang masuk
NRF24L01	Modul <i>wireless</i> yang digunakan untuk sebagai modul komunikasi <i>sensor node</i>
Baterai	Sebagai Sumber daya tegangan yang masuk pada sistem agar dapat berjalan.
Multimeter	Sebagai pengukur arus yang berjalan dalam sistem. Multimeter dapat mengukur tegangan dengan satuan volt meter, hambatan dengan satuan ohm meter, dan arus dengan ampere meter

4.2.3 Kebutuhan Perangkat Lunak

Kebutuhan perangkat lunak pada sistem yakni terdiri dari software IDE dan sistem operasi pada laptop berupa windows 8.1 serta beberapa *library* fungsi pada sistem. Berikut merupakan beberapa penjelasan dari beberapa perangkat lunak yang akan dipaparkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Penjelasan kebutuhan perangkat lunak sistem

Kebutuhan Perangkat Lunak	Fungsi
Windows 8.1	Sebagai sistem operasi pada laptop dalam menggunakan beberapa aplikasi untuk membuat skematik diagram maupun rancangan sistem dan laporan implementasi serta menjalankan software IDE.

Bootloader	Sebagai tanda pengenalan dalam mengenali input maupun output <i>sketch</i> yang akan ditanamkan dalam ATMEGA328P.
Software IDE	Sebagai software pemrograman yang digunakan oleh arduino. Berguna dalam menuliskan kode – kode program pada sistem, menghimpun program sebelum di unggah pada sistem, mengunggah program ke dalam ATmega328p, melihat dan memantau yang terjadi melalui serial monitor.
Library <i>Low Power Mode</i>	Sebagai metode pada sistem dalam menjalankan prinsip kerjanya untuk pemanfaatan penghematan sumber daya yang lebih efisien dengan mengkondisikan pada mikrokontroler pada mode sleep library <i>avr/sleep.h</i> dan wake library <i>avr/interrupt.h</i> .
Arduino Mirf library	Merupakan library yang menangani komunikasi modul NRF24L01 agar modul tersebut dapat digunakan.

4.2.4 Kebutuhan komunikasi

Jenis komunikasi transfer data yang digunakan pada sistem ini berupa komunikasi nirkabel yang menghubungkan *transmitter sensor node* dengan *receiver sensor node*. Modul yang digunakan adalah modul *wireless* NRF24L01 yang mana modul tersebut memanfaatkan gelombang frekuensi radio pada frekuensi 2,4 GHz. Protokol komunikasi yang digunakan oleh modul tersebut untuk dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler Atmega328P adalah SPI (*Serial Peripheral Interface*) dengan empat jalur utama yaitu MOSI (*Master Out Slave In*), MISO (*Master In Slave Out*), SCK (*Serial Clock*), dan SS (*Slave Select*). Pada pengaplikasiannya, modul NRF24L01 menggunakan Arduino Mirf *library*.

4.2.5 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional nantinya bekerja agar sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Dengan ini wajib dipenuhi agar terkonfigurasi sistem yang akan dirancang oleh peneliti. Berikut penjelasan tentang seluruh kebutuhan secara terperinci pada fungsional sistem:

4.2.5.1 Fungsional Penggunaan Low Power

Fungsi pada penggunaan *low power* ini menjalankan sistem agar dapat menghemat dalam sumber energi berupa baterai sebagai pemanfaatan daya yang rendah. Dengan mengaktifkan *sleep mode* maka membuat mikrokontroller mematikan beberapa fungsi – fungsi sistem lain yang tidak digunakan sehingga arus yang berjalan pada sistem lebih hemat terhadap daya yang digunakan. Untuk membuat sistem terbangun dari *sleep mode*, maka diperlukan *wake mode* pada mikrokontroller dengan memanfaatkan fungsi *external interrupt*.

4.2.5.2 Fungsional Pembacaan Data Sensor MQ-6

Fungsi pada sensor MQ-6 ini untuk dapat membaca perubahan nilai data sensor yang masuk berupa besaran nilai gas LPG. Pembacaan nilai data pada sensor kemudian diolah menjadi besaran tegangan dan di kirim ke mikrokontroller berupa keluaran PPM.

4.2.5.3 Fungsional Pembacaan Data Sensor FC-4

Fungsi pada sensor FC-4 ini untuk dapat membaca nilai data sensor yang masuk berupa besaran suara dengan kebutuhan sensitifitas lingkungan. Pembacaan nilai data pada sensor kemudian diolah menjadi besaran tegangan yang di kirim ke mikrokontroller sebagai *external interrupt*.

4.2.5.4 Fungsional pengiriman data oleh transmitter sensor node

Pada fungsi ini sistem mengharuskan *transmitter sensor node* dapat mengirimkan data sensor menuju *receiver sensor node* melalui media wireless sehingga dapat dilakukan monitoring hasil sensing pada personal computer serial monitor.

4.2.6 Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non fungsional adalah kebutuhan yang berjalan dalam mendukung fungsi – fungsi dasar sebagai wujud pendukung agar sistem dapat berjalan dengan yang diinginkan. Berikut penjelasan tentang seluruh kebutuhan non fungsional secara terperinci pada sistem:

4.2.6.1 Arduino ISP

Digunakan sebagai ISP (*in system programmer*) sebagai wadah *programmer* atau *downloader* dalam memberikan program bootloader ke dalam flash mikrokontroller ATmega328p dan juga sebagai *programmer* dalam mengunggah *sketch* ke dalam RAM mikrokontroller ATmega328p.

4.2.6.2 Bahasa C

Digunakan sebagai bahasa mesin yang ditanamkan ke dalam mikrokontroller sehingga dapat berkomunikasi dengan bahasa perangkat yang lain serta dapat dijalankan berdasarkan instruksi yang sudah di program sesuai dengan penelitian ini.

4.2.6.3 Bootloader

Sebuah program kecil yang ditanamkan pada chip mikrokontroler ATmega328p sebagai bentuk tanda pengenalan dalam menangani proses *input* dan *output* sehingga chip ini dapat mengenali program atau *sketch* yang nantinya dimasukkan ke dalam mikrokontroler melalui software IDE.

4.2.7 Kebutuhan Performansi Sistem

Kebutuhan performansi perangkat pada sistem yakni dapat bekerja dengan maksimal apabila segala kebutuhan yang terencana dapat terpenuhi sesuai dengan harapan dan keinginan peneliti. Sistem juga dapat berjalan sesuai dengan prinsip kerja yang telah ditentukan beserta beberapa faktor pendukung seperti kesesuaian jarak, tidak terkena matahari langsung, dan dekat dengan tabung gas.

4.2.8 Spesifikasi perangkat keras

Dalam perancangan sistem diperlukan perangkat keras yang digunakan, di antara perangkat keras yang digunakan mulai dari tahapan perancangan hingga pengujian sistem dijelaskan pada bagian ini.

4.2.8.1 Personal Computer

Personal Computer (PC) yang digunakan mulai dari tahapan perancangan hingga pengujian sistem ini adalah *Notebook* asus x53 dengan prosesor Intel Core i5-6200U 2.3 GHz serta ditempatkan Intel® HD Graphics 520 untuk monitor dan video grafiknya dilengkapi dengan NVIDIA GeForce 940M. Pada Gambar 4.1 merupakan tampilan dari *Personal Computer* yang digunakan, sedangkan untuk spesifikasinya berada pada Tabel 4.3.



Gambar 4.1 Notebook asus X53

Sumber :

https://www.notebookcheck.net/typo3temp/_processed_/e/d/csm_obj__1__01_674a0292ef.jpg

Tabel 4.3 Spesifikasi asus x53

Type Model	Notebook
CPU	Intel Core i5-6200U(3M Cache, 2.3GHz), Turbo Boost 2.0 (2.8GHz)
Mode GPU	NVIDIA GeForce 940M
RAM	8 GB DDR3L
Slot Memori	Single Channel
HDD	1 TB(5400rpm HDD / 2.5" wide, 7mm high)
Format HDD	NTFS
Sistem Operasi	Windows 10 64bit

4.2.8.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan pada sistem ini adalah mikrokontroler Atmega328P. Berikut ini spesifikasi dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Spesifikasi ATmega328P

Mikrokontroler	ATmega328P
Jumlah pin	40
Tegangan Pengoperasian	2.7 - 5.5V
Memory Flash (kBytes)	32
Clock Speed (MHz)	16
SRAM (kBytes)	2
EEPROM (Bytes)	1024
DRAM Memory	Tidak
PWM Channels	4
Watchdog Timer	Iya

4.2.8.3 Modul wireless

Modul wireless yang digunakan pada sistem ini sebagai modul komunikasi antar node adalah modul wireless NRF24L01 yang beroperasi pada frekuensi radio 2.4 GHz. Berikut ini spesifikasi modul NRF24L01 dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Spesifikasi NRF24L01

Tegangan pengoperasian	1.9v – 3.6v
-------------------------------	-------------

Data rate maksimal	2000 kbps
Rentang suhu	-40 °C hingga 85 °C
Rentang frekuensi operasi	2400 MHz hingga 2525 MHz

4.2.8.4 Sensor FC-04

Sensor suara yang digunakan pada sistem ini ada sensor FC-04. Spesifikasi sensor FC-04 adalah sebagai berikut:

1. Sensitivitas dapat diatur (pengaturan manual pada potensiometer)
2. Condenser yang digunakan memiliki sensitivitas yang tinggi
3. Tegangan kerja antara 3.3V – 5V
4. Terdapat 2 pin keluaran yaitu tegangan analog dan digital output
5. Sudah terdapat lubang baut untuk instalasi
6. Sudah terdapat indikator led

4.2.8.5 Sensor MQ-6

Sensor gas yang digunakan pada sistem ini adalah sensor MQ-6. Spesifikasi sensor MQ-6 dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Spesifikasi sensor MQ-6

Tegangan sirkuit (Vc)	5V \pm 0.1 AC atau DC
Tegangan (Vh)	5V \pm 0.1 AC atau DC
Resistansi Load (PL)	20k Ω
Konsumsi (Ph)	< 750mw

4.2.8.6 Modul USB-to-TTL

Modul *USB-to-TTL* yang digunakan pada sistem ini adalah FTDI *Basic Break-out*. Di antara fitur yang dimiliki oleh modul tersebut adalah sebagai berikut :

1. Dapat mengalirkan tegangan 3.3 V/5 V dengan pilihan *jumper*.
2. Memiliki pin DTR yang memungkinkan mikrokontroler untuk dapat melakukan *auto-reset* pada saat meng-*upload* program.
3. Dapat digunakan sebagai media komunikasi dengan mikrokontroler melalui *serial monitor*.
4. Memiliki indikator LED RX dan TX yang dapat digunakan untuk memantau komunikasi *serial* pada sistem.

4.2.8.7 Multimeter

Multimeter merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur tegangan (volt-meter), hambatan (ohm-meter), maupun arus (ampere-meter). Terdapat dua kategori multimeter yakni multimeter analog dan multimeter digital, dalam

pengujian sistem ini multimeter yang digunakan adalah multimeter digital. Gambar multimeter digital ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.3 Multimeter Digital

Sumber : <http://alatukur.web.id/wp-content/Uploads/2016/04/digital-multimeter.jpg>



BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

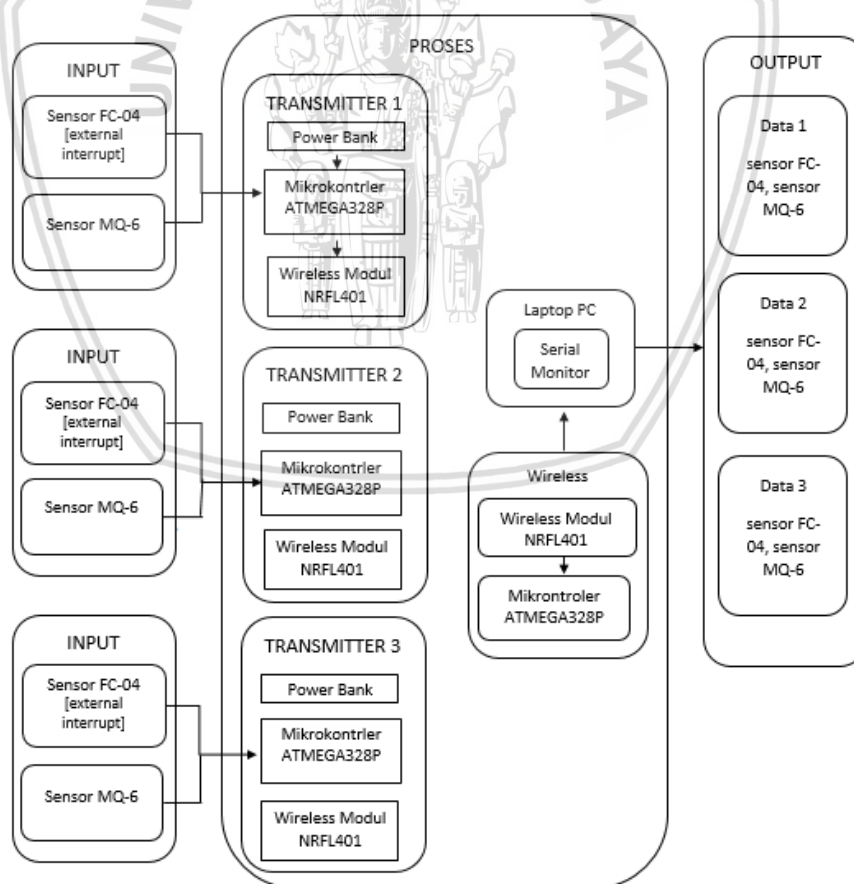
Bab ini membahas mengenai perancangan dan implementasi dari sistem yang akan dibuat untuk penelitian yang akan dilakukan yaitu “Implementasi *Low power mode* pada pendeteksi kebocoran gas dengan Atmega328p berbasis NRF24L01 ”. Pada perancangan terdapat perancangan perangkat lunak (*software*) dan perancangan perangkat keras (*hardware*). Sedangkan pada implementasi sistem terdapat implementasi perangkat lunak (*software*) dan implementasi perangkat keras (*hardware*).

5.1 Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan menjelaskan terkait tahapan perancangan sensor node meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*) agar sistem tersebut dapat bekerja dengan tepat.

5.1.1 Gambaran umum sistem

Perancangan sistem dalam penelitian ini terdiri dari dua bagian, yaitu *transmitter sensor node* dan *receiver sensor node*. Gambar 5.1 merupakan diagram blok sistem yang telah dirancang.



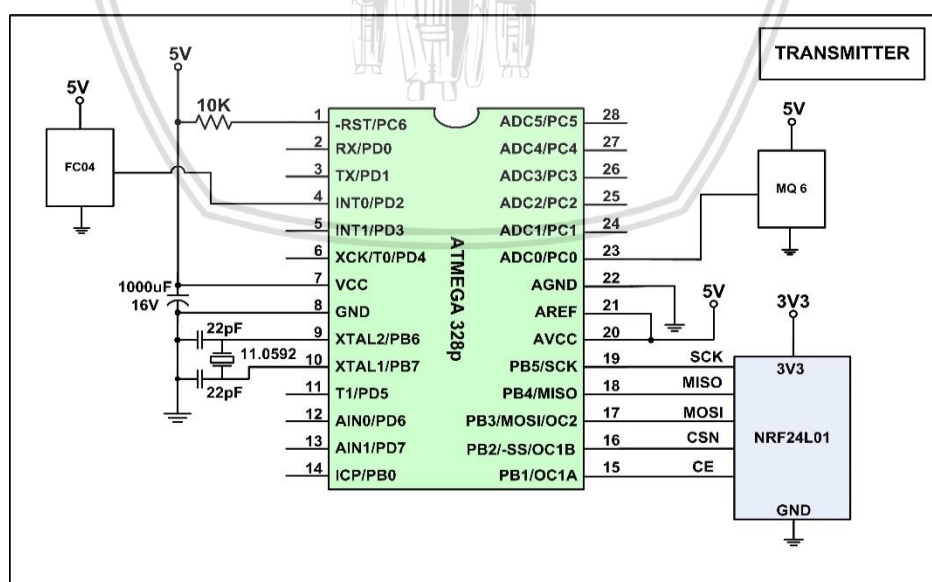
Gambar 5.1 Diagram blok sistem

Diagram blok diatas merupakan gambaran umum terkait perancangan sistem yang akan dibuat, jumlah node yang digunakan ada empat node, tiga *transmitter sensor node* dan satu *received sensor node*. Terdapat tiga bagian input proses dan *output*. Mikrokontroler Atmega328p pada *transmitter* sebagai pemroses pengolahan data dan menerapkan prinsip kerja low power dengan fitur power down sleep mode. Dan penerapan *low power mode* pada *transmitter sensor node*.

Pada bagian input pada *transmitter sensor node* terdapat modul sensor FC-04 dan sensor MQ-6. Modul sensor FC-04 berfungsi untuk mendeteksi desis atau suara kebocoran gas sedangkan sensor MQ-6 digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas. Dalam melaksanakan prinsip kerja sistem mengimplementasikan kinerja *low power* yakni dapat mematikan sumber daya yang tidak dipakai ketika sistem tidak melakukan proses melakukan pengambilan data dan tidak mendapat desis atau kebocoran gas. Untuk membangunkan yakni menggunakan logika *high* pada sensor suara FC-04 yang berperan sebagai external interrupt dengan indikasi terjadinya kebocoran gas dari suara desis regulator. Dan ketika terjadi kebocoran gas dari suara desis regulator transmitter sensor node akan mengirimkan data ke receive sensor node untuk dapat ditampilkan data FC-04 dan MQ-6 melalui serial monitor menggunakan modul FTDI *Break-out* menuju personal komputer.

5.1.2 Perancangan *transmitter sensor node*

Perancangan *transmitter sensor node* terdiri dari beberapa modul yang dirangkai menjadi satu agar sistem dapat berjalan sesuai dengan tujuan. Gambar rancangan sistem pada *transmitter sensor node* ditunjukkan pada gambar 5.2.



Gmbar 5.2 rancangan sistem transmitter sensor node

Pada rangkaian *transmitter sensor node* terdapat beberapa komponen diantaranya adalah mikrokontroler Atmega328p, modul NRF24L01, modul sensor MQ-6, modul sensor FC-04, resistor dan kapasitor.

5.1.2.1 Perancangan modul NRF24L01

Pada *transmitter sensor node* modul NRF24L01 digunakan sebagai media komunikasi nirkabel yang digunakan untuk mengirimkan data hasil sensing menuju *receiver sensor node*. Dalam perancangan diperlukan tegangan sebesar 3,3 V yang diambil dari supply tegangan dari baterai. Selain itu untuk dapat digunakan diperlukan arduino mirf library yang dipasangkan pada program, dan juga diperlukan konfigurasi pin yang berada tabel 5.1.

Tabel 5.1 keterangan Pin NRF24L01

Pin Modul NRF24L01	Pin ATmega328P
CSN	16
CE	15
MOSI	17
MISO	18
SCK	19
GND	GND
VCC	-
IRQ	-

5.1.2.2 Perancangan modul sensor MQ-6

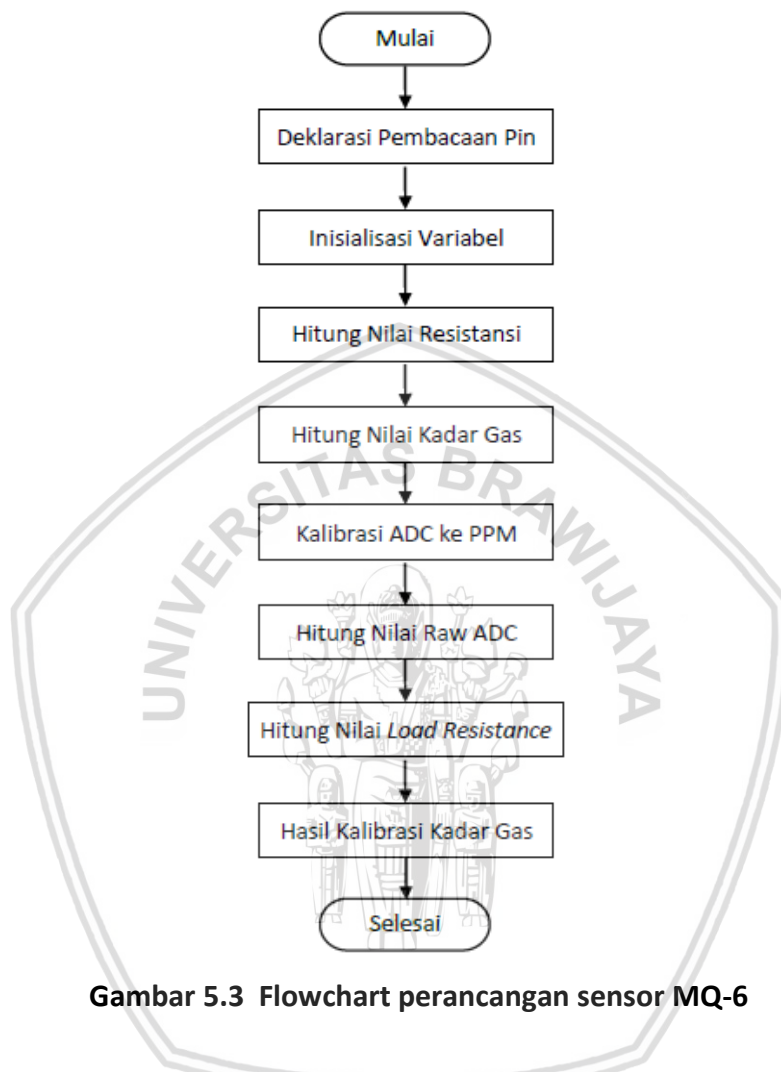
Modul sensor MQ-6 digunakan oleh *transmitter sensor node* digunakan sebagai sensor gas untuk mendapatkan nilai gas yang dibaca oleh sensor. Yang digunakan untuk mengetahui sebagai informasi keadaan lingkungan bocornya gas. Pin yang digunakan adalah pin vcc, gnd, dan pin AO (*analog output*). Pin – pin yang terhubung ke dalam kaki pada mikrokontroler ATmega328p yakni vcc dengan vcc sebagai aliran sumber daya, gnd dengan gnd sebagai kutub negatifnya, pin AO dengan pin 23 yang berfungsi pembacaan nilai gas. Adapun konfigurasi pin modul sensor berada pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 keterangan pin sensor MQ-6

Pin Sensor MQ-6	Pin Atmega328p
DATA	23
GND	GND
VCC	VCC

Alur jalannya Perancangan perangkat lunak pada sensor gas digunakan untuk membaca nilai data kalibrasi yang dilakukan oleh sensor gas sehingga dapat diketahui berapa nilai kadar gas yang terbaca dan status apa yang terjadi saat itu

juga. Pada penelitian, sensor gas MQ-6 menggunakan proses kalibrasi terlebih dahulu untuk memuat hasil nilai data kadar gas. Perangkat sensor gas dieksekusi saat sistem keadaan *standby* dan dieksekusi pula setelah adanya *interrupt*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Flowchart perancangan sensor MQ-6

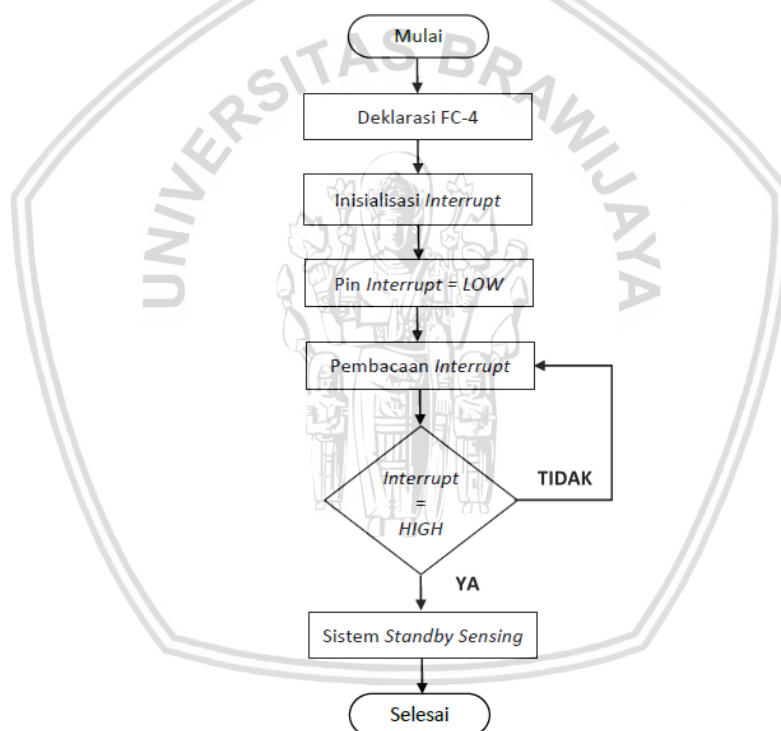
5.1.2.3 Perancangan modul sensor FC-04

Modul sensor FC-04 digunakan oleh *transmitter sensor node*. Perancangan perangkat keras pada deteksi suara pada sistem dalam bangun dari *sleep* dengan kata lain memberikan perintah *wake* yakni menggunakan sensor FC-4 sebagai membaca adanya bunyi desis dari kebocoran gas. Pin yang digunakan adalah pin vcc, gnd, dan pin DO (*digital output*). Pin – pin yang terhubung ke dalam 38 kaki pada mikrokontroler ATmega328p yakni vcc dengan vcc sebagai aliran sumber daya, gnd dengan gnd sebagai kutub negatifnya, dan pin DO dengan pin 4 yang berfungsi *wake mode* sebagai *external interrupt* INT0. Adapun konfigurasi pin modul sensor beraa pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 keterangan pin sensor FC-04

Pin Sensor MQ-6	Pin ATmega328p
DATA	4
GND	GND
VCC	VCC

Alur jalannya sistem sensor FC-04 pada *transmitter sensor node* berperan sebagai pemberi nilai data digital terhadap bunyi desis kebocoran gas dengan status interrupt mode. Dalam artian yakni merubah dari mode sleep menjadi wake pada sistem.pengaturan dalam mengenalisasi *interrupt mode* telah dilakukan oleh sistem pada saat awal menjalankan program. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.4.

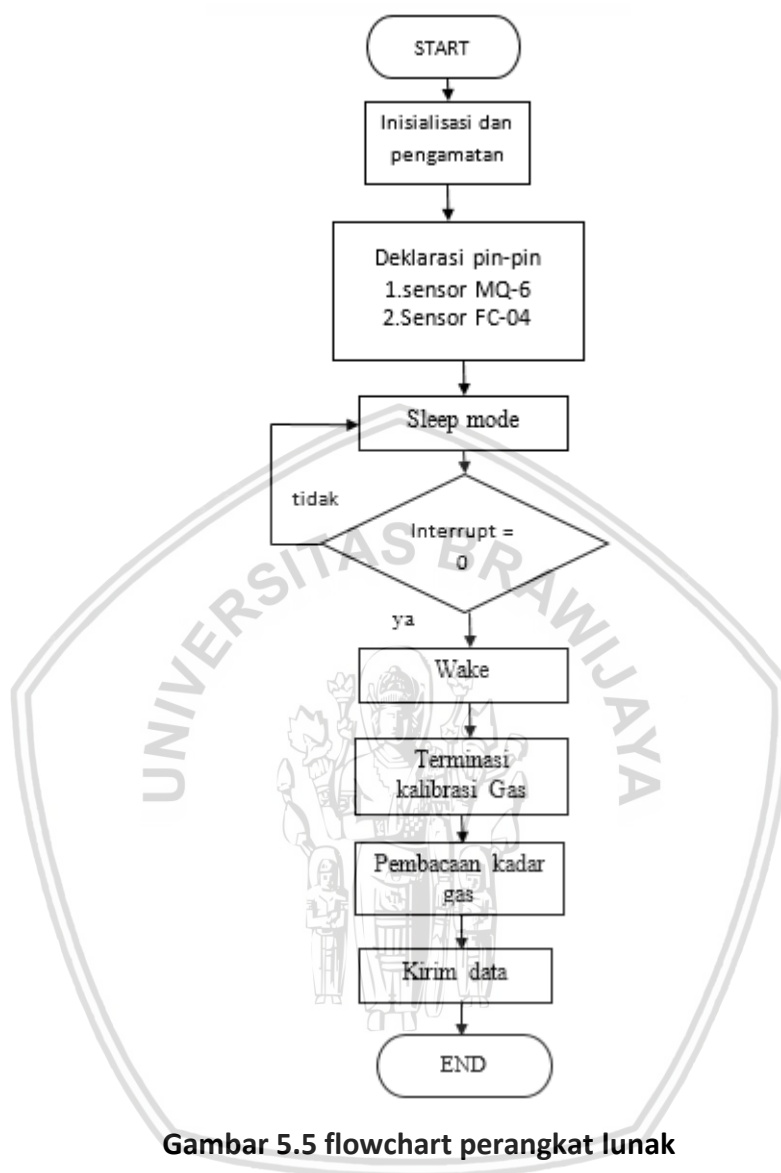


Gambar 5.4 Flowchart perancangan sensor FC-04

5.1.2.4 Perancangan perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak merupakan alur kerja sistem yang digunakan pada penelitian. Adapun perancangan tersebut meliputi rangkaian kerja sistem dimulai dari awal hingga akhir, rancangan perangkat lunak sleep power down dan rancangan pengambilan nilai data gas. Sistem yang dirancang menggunakan beberapa alur kerja sistem yang berjalan dengan kondisi dan keadaan yang terjadi. Sistem berkerja dengan stimulus rancangan yang diatur sesuai dengan kondisi-kondisi tersebut menjadikan beberapa alur bekerja sesuai

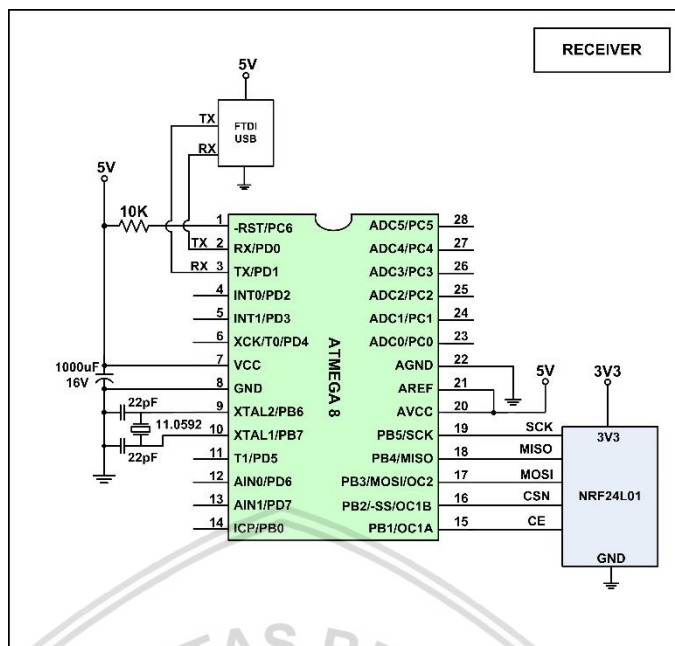
dengan kinerja sistem. Adapun perancangan lunak dapat dilihat pada gambar 5.5.



Gambar 5.5 flowchart perangkat lunak

5.1.3 Perancangan *received sensor node*

Secara garis besar perancangan receiver sensor node tidak jauh beda dengan *transmitter sensor node*, perbedaannya terletak pada modul sensor yang mana pada *transmitter sensor node* dilengkapi dengan 2 buah modul sensor, sedangkan *received sensor node* ini tidak. rangkaian perancangan sistem pada *received sensor node* ditunjukkan pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 rancangan sistem *receiver sensor node*

5.1.3.1 Perancangan modul NRF24L01

Pada received sensor node modul NRF24L01 digunakan sebagai media komunikasi nirkabel yang berfungsi menerima data hasil sensing dari transmitter sensor node. Dalam perancangan dibutuhkan tegangan 3,3v yang diambil supply dari tegangan FTDI Break-out, namun diantara 3,3v dan GND pada modul perlu ditambahkan kapasitor. Hal tersebut sebagai tindakan preventif apabila *supply* tegangan dari FTDI kurang stabil yang akan berdampak pada performa komunikasi sensor node. Selain itu diperlukan juga arduino Mirf library yang dipasang pada program. Dan juga diperlukan konfigurasi pin yang ditunjukkan pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 keterangan Pin NRF24L01

Pin Modul NRF24L01	Pin ATmega328P
CSN	16
CE	15
MOSI	17
MISO	18
SCK	19
GND	GND
VCC	-
IRQ	-

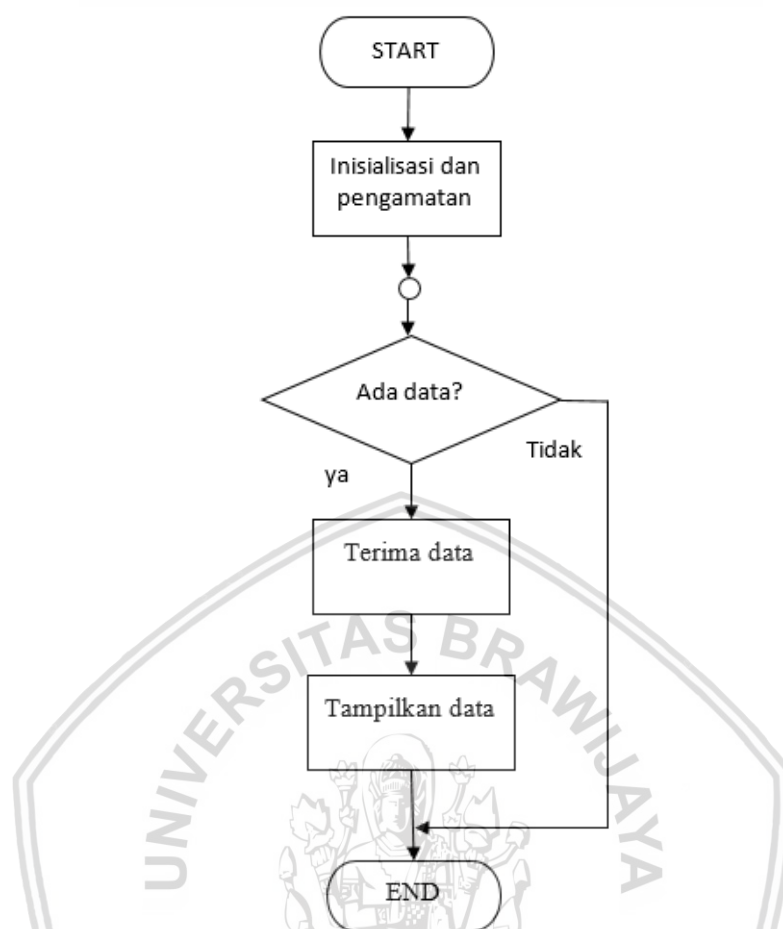
5.1.3.2 Perancangan modul FTDI Break-out

Pada *receiver sensor node* modul FTDI Break-out digunakan sebagai modul komunikasi serial antara *sensor node* dan PC (*Personal Computer*) untuk keperluan *monitoring* hasil *sensing*. Selain sebagai modul komunikasi serial, seperti halnya fungsi modul tersebut pada *transmitter sensor node*, yakni digunakan sebagai penyedia sumber energi bagi *sensor node*. Namun yang membedakan adalah *input*-an energi yang diterima oleh modul ini pada *receiver sensor node* adalah dari port USB (*Universal Serial Bus*) pada PC. Pada modul tersebut memiliki enam buah pin utama dan juga beberapa pin tambahan yang dapat digunakan, pin utama yang dimaksud terdiri dari pin DTR, RX, TX, VCC, CTS, dan GND, disamping itu dalam perancangan sistem juga menggunakan pin tambahan untuk mengalirkan tegangan 3,3V. Tabel 5.5 menjelaskan bagaimana konfigurasi pin utama FTDI Break-out dengan mikrokontroler.

Tabel 5.5 keterangan Pin FTDI Break-out

Pin FTDI Break-out	Pin ATmega328P
DTR	1
RX	3
TX	2
VCC	VCC
CTS	-
GND	GND

Alur jalannya sistem pada *received sensor node* disajikan dalam bentuk *flowchart* diagram yang berada pada gambar 5.6 Pertama sistem melakukan inisialisasi node jumlah node yang digunakan empat node, tiga node sebagai pengirim dan satu node digunakan untuk pengaturan alamat penerimaan data, setelah itu node menyatakan untuk siap menerima data. Kemudian sensor node menunggu hingga mendeteksi adanya daya yang diterima atau data sensor fc-04 dan sensor MQ-6 kemudian akan ditampilkan melalui serial monitor pada personal computer. Apabila tidak ada data yang diterima maka sensor node akan terus menunggu hingga sensor node dimatikan. dapat dilihat pada Gambar 5.7.

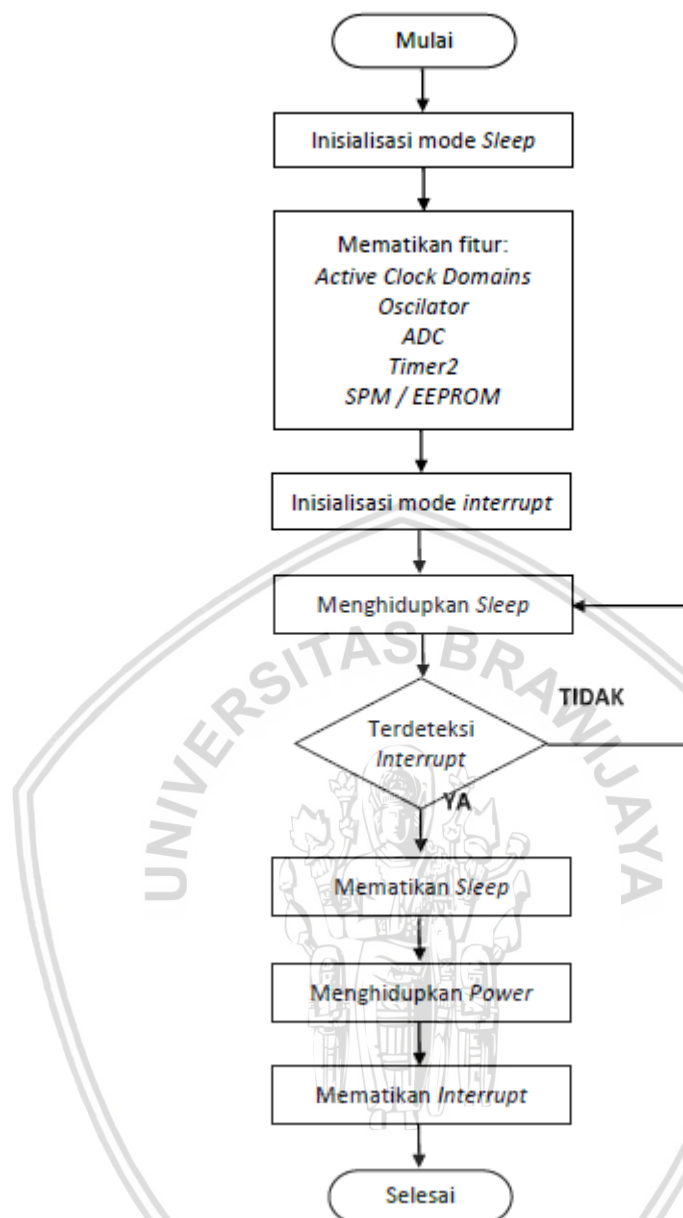


Gambar 5.7 Flowchart diagram receiver sensor node

5.1.4 Perancangan mekanisme Sleep Mode Power Down

Perancangan mekanisme *low power sleep mode power down* ini adalah tujuan utama dari penelitian. Karena sebagai wujud penghematan daya pada sumber energi yang ada, sehingga dapat bermanfaat dalam membangun sumber daya yang efisien. Dalam penggunaan sleep mode power down digunakan pada saat sistem berjalan dalam kondisi sleep. Efek yang ditimbulkan untuk mode sleep power down yang mematikan beberapa fungsional sistem yang lain yang sesuai dengan ketentuan mikrokontroler Atmega328p. Dengan begitu arus yang berjalan pada masing-masing fungsionalitas sistem dimatikan.

Untuk dapat menerapkan mekanisme low power, dibutuhkan arduino library dari avr Atmega328p yang diaplikasikan kedalam program agar sensor node dapat berjalan sleep mode. Program yang telah berisi mekanisme *low power* beserta library-nya di upload pada transmitter sensor node. Berikut ini adalah alur diagram untuk sleep mode power down pada gambar 5.8.



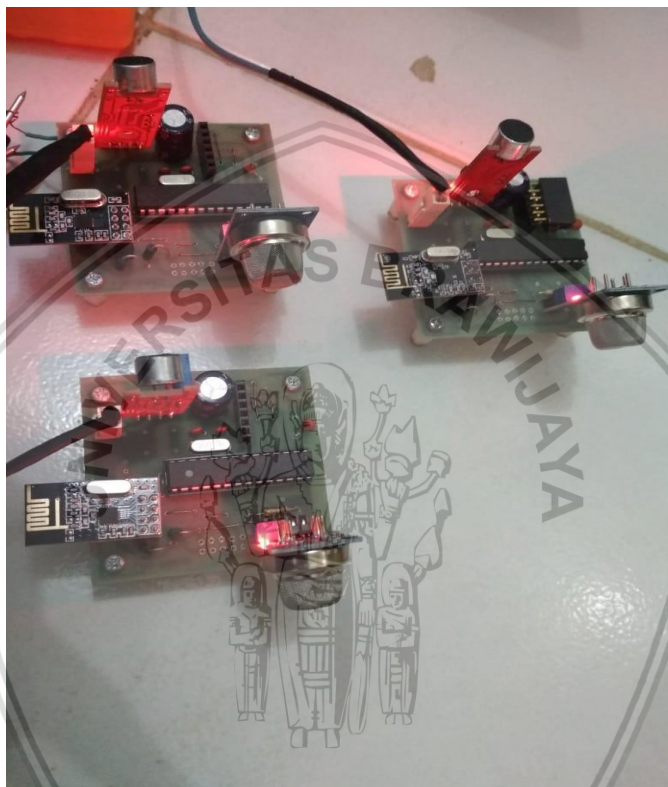
Gambar 5.8 flowchart perancangan sleep power down

5.2 Implementasi Sistem

Tahapan implementasi sistem dapat dilaksanakan apabila proses perancangan sistem telah terpenuhi, hal tersebut dikarenakan tahapan perancangan merupakan acuan dalam implementasi sistem. Pada bagian ini menjelaskan tentang pembahasan bagaimana mengimplementasikan sistem pada *transmitter sensor node* dan *receiver sensor node*.

5.2.1 Implementasi sistem pada transmitter sensor node

Implementasi sistem pada transmitter sensor node dilakukan sesuai dengan pembahasan perancangan sistem jumlah transmitter sensor node yang digunakan pada penelitian ini berjumlah tiga transmitter sensor node, yang mana rangkaian tersebut terdiri dari mikrokontroler Atmega328p, modul komunikasi nirkabel NRF24L01, modul sensor FC-04, modul sensor MQ-6 dan beberapa komponen yang menunjang rangkaian. Berikut ini implementasi sistem pada transmitter sensor node, dapat dilihat pada gambar 5.9.



Gambar 5.9 Implementasi sistem pada *transmitter sensor node*

Sedangkan dalam implementasi sistem pada bagian perangkat lunak, diperlukan, diperlukan arduino IDE (Integrated Development Environment) yang mendukung bahasa pemrograman C, selain itu juga dibutuhkan beberapa library yang menunjang berjalannya setiap fungsi modul pada sensor node, library tersebut adalah arduino mirf library + SPI.h untuk menunjang penggunaan sensor NRF24L01, sleep.h untuk menunjang sleep mode power down dan power.h + interrupt.h digunakan untuk wake atau membangunkan ketika sistem power down dengan interrupt. Ketika sensor fc-04 mendeteksi terjadinya suara desis kebocoran gas. Penggunaan library diatas dapat dilihat pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Library yang digunakan pada transmitter sensor node

Potongan kode sumber <i>library</i>	
1	#include <SPI.h>

2	#include <nRF24L01.h>
3	#include <RF24.h>
4	#include <avr/power.h>
5	#include <avr/sleep.h>
6	#include <avr/interrupt.h>

Tabel 5.7 Inisialisasi dan konfigurasi NRF24L01

Potongan kode sumber NRF24L01	
1	RF24 radio (9 , 10);
2	const uint64_t pipes[4] = {
3	0xF0F0F0F0E1LL, 0xF0F0F0F0E2LL, 0xF0F0F0F0E3LL, 0xF0F0F0F0E4LL};
4	int data;
5	int mq6=A0;
6	int gas ;
7	int y ;

Pada tabel 5.7 mgenunjukkan inisialisasi dan bagaimana konfigurasi komunikasi NRF24L01. Dan menyiapkan spi bus plus berada pin 9 dan 10. Dan alamat berjumlah empat karena pada penelitian ini jumlah node yang digunakan adalah empat node agar dapat berkomunikasi.

Tabel 5.8 Aktifasi interrupt pada modul FC-04

Potongan kode sumber sensor FC-04	
1	// attachInterrupt (digitalPinToInterrupt (2), wakeUpNow,
2	HIGH);
3	attachInterrupt (0, wakeUpNow, HIGH);
4	// use interrupt 0 (pin 2) and run function
5	// wakeUpNow when pin 2 gets HIGH

Pada tabel 5.8 menunjukan tentang bagaimana pembacaan sensor FC-04 keluaran dari hasil pembacaan digital deteksi adalah logika high dan low, disamping itu pula juga digunakan sebagai fungsi fitur interrupt pada sistem dalam membangunkan menuju *wake* ketika terjadi suara atau desis kebocoran gas.

Tabel 5.9 Fungsi baca sensor MQ-6

Potongan kode sumber sensor MQ-6	
1	void baca_gas(){
2	gas=analogRead(mq6);
3	y=200+((9800/1024)*gas);
4	}
5	
6	void send_data(){
7	baca_gas();
8	data=y;
9	radio.write (&data, sizeof(data));
10	//delay (500);
11	Serial.println(data);
12	delay (1000);
13	}

Pada tabel 5.9 menunjukan tentang bagaimana pembacaan sensor MQ-6, sensor tidak akan membaca data sensor ketika *mode power down* atau sensor fc-04 belum mendapatkan data dari desis suara kebocoran gas, ketika sensor fc-

04 menerima data atau terdapat desis kebocoran gas maka sensor MQ-6 akan berfungsi untuk membaca kadar gas yang berada disekitar.

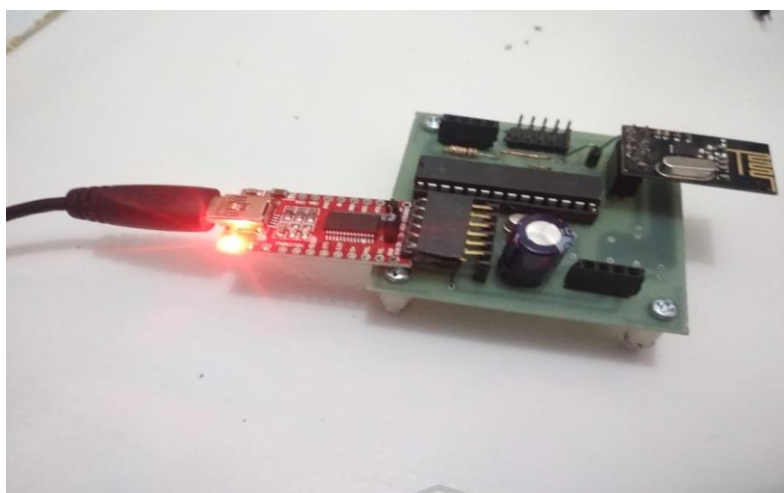
Tabel 5.10 fungsi *sleep power down* pada *transmitter sensor node*

Potongan kode sumber <i>sleep mode</i>	
1	void sleepNow() // here we put the arduino to sleep
2	{
3	//ADCSRA = 0; // disable ADC
4	
5	power_all_disable (); // turn off all modules
6	// turn off various modules
7	
8	set_sleep_mode(SLEEP_MODE_PWR_DOWN); // sleep mode is
9	set here
10	
11	noInterrupts (); // make sure we don't get interrupted
12	before we sleep
13	
14	sleep_enable(); // enables the sleep bit in the mcucr
15	register
16	// so sleep is possible. just a safety
17	pin
18	
19	power_adc_disable(); //konverter ADC
20	power_spi_disable(); //SPI
21	power_usart0_disable(); //serial USART
22	power_timer0_disable(); //timer 0
23	power_timer1_disable(); //timer 1
24	power_timer2_disable(); //timer 2
	power_twi_disable(); //TWI (i2c)

Pada tabel 5.10 menunjukan tentang penggunaan perangkat lunak untuk menjalankan sistem menjadi hemat energi yakni salah satunya menggunakan sleep. Adapun dalam penelitian memakai power down sehingga dapat mematikan beberapa fitur yang dipakai oleh mikrokontroller. Sehingga penghematan daya energi sangat berguna dalam situasi seperti ini.

5.2.2 Implementasi sistem pada *receiver sensor node*

Implementasi sistem pada receiver sensor node dilakukan sesuai dengan pembahasan perancangan sistem. Dalam perangkaian sensor node yang disesuaikan dengan perancangan sistem yang mana perangkat keras yang digunakan hanya mikrokontroler Atmega328P, modul komunikasi nirkabel NRF24L01 dan modul *USB-to-TTL FTDI Break-out*. Pada transmitter sensor node menggunakan power bank sebagai daya, sedangkan *receiver sensor node* menggunakan FTDI selain digunakan penyalur sumber daya, modul FTDI juga digunakan sebagai media komunikasi serial antara personal komputer dengan sensor node, sehingga penerimaan data dapat dipantau melalui serial monitor. Perangkat keras pada receiver sensor node lebih sedikit jika dibandingkan dengan *transmitter sensor node*, hal tersebut disebabkan fungsi utama sensor node hanya digunakan untuk penerimaan data dan menampilkan data. Implementasi perangkat keras pada *receiver sensor node* ditunjukan pada gambar 5.10.



Gambar 5.10 implementasi perangkat keras receiver sensor node

Sedangkan dalam implementasi sistem pada bagian perangkat lunak berbeda dengan transmitter sensor node, diantara perbedaan tersebut yakni tidak terdapat adanya mekanisme *low power sleep power down* dan library yang digunakan lebih sedikit karena modul yang digunakan hanya modul NRF24L01 dan fungsi utama sensor dari sensor node hanya menerima dan menampilkan data. Library yang digunakan yakni SPI.h dan rf24.h seperti tabel 5.11.

Tabel 5.11 library yang digunakan received sensor node

Potongan kode sumber <i>library</i>	
1	#include <SPI.h>
2	#include <nRF24L01.h>
3	#include <RF24.h>
4	#include <avr/power.h>
5	#include <avr/sleep.h>
6	#include <avr/interrupt.h>

Pada tabel 5.12 menunjukkan konfigurasi pengalamatan sensor node untuk keperluan penerimaan data dari transmitter sensor node yang digunakan pada receiver sensor node sebagai penunjang berjalannya sistem. Pada penelitian ini peneliti menggunakan transmiiter berjumlah 3 trasnmmitter sensor node. Pada tabel kode sumber angka satu sampai tiga merupakan jumlah trasnmmitter sensor node yang digunakan.

Tabel 5.12 implementasi pada *receiver sensor node*

Potongan kode sumber komunikasi <i>node</i>	
1	RF24 radio (9 , 10);
2	const uint64_t pipes[4] = {
3	0xF0F0F0F0E1LL, 0xF0F0F0F0E2LL, 0xF0F0F0F0E3LL, 0xF0F0F0F0E4LL};
4	void setup() {
5	Serial . begin(9600);
6	radio. begin();
7	radio. setDataRate (RF24_250KBPS);
8	radio. openReadingPipe(1 , pipes[1]);

9	radio. openReadingPipe(2 , pipes[2]);
10	radio. openReadingPipe(3 , pipes[3]);
11	radio. startListening ();
12	}

Tabel 5.13 konfigurasi cetak pada receiver sensor node

Potongan kode sumber cetak data <i>node</i>	
1	void loop ()
2	{
3	byte pipeNum = 0;
4	int gotdata;
5	while (radio.available(&pipeNum))
6	{
7	if (pipeNum == 1)
8	{
9	radio. read (&gotdata, sizeof(&gotdata));
10	//delay(500);
11	// radio. read (&gotdata[2], sizeof(&gotdata[2]));
12	// delay(500);
13	Serial.print("FC04 node 1: ");
14	Serial.print("AKTIF DAN ");
15	Serial.print("MQ6 node 1: ");
16	Serial.print(gotdata);
17	Serial.print(" PPM \n");
18	// Serial.print("FC04 ke-1: ");
19	// Serial.println(gotdata[2]);
20	delay(200);
21	}
22	if (pipeNum == 2)
23	{
24	radio. read (&gotdata, sizeof(&gotdata));
25	Serial.print("FC04 node 2: ");
26	Serial.print("AKTIF DAN ");
27	Serial.print("MQ6 node 2: ");
28	Serial.print(gotdata);
29	Serial.print(" PPM \n");
30	delay(200);
31	}
32	if (pipeNum == 3)
33	{
34	radio. read (&gotdata, sizeof(&gotdata));
35	Serial.print("FC04 node 3: ");
36	Serial.print("AKTIF DAN ");
37	Serial.print("MQ6 node 3: ");
38	Serial.print(gotdata);
39	Serial.print(" PPM \n");
40	delay(200);
41	}

Pada tabel 5.13 merupakan alur program yang digunakan untuk mencetak yakni program (pipeNum ==) dari *transmitter sensor node*. Pada penelitian ini peneliti menggunakan tiga transmitter sensor node dan satu receiver node sebagai penerima data. Kemudian akan ditampilkan data sensor dari transmitter sensor node menggunakan serial monitor pada personal komputer yang akan mencetak hasil data sensor FC-04 dan sensor MQ-6.

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab pengujian dan analisis yakni membahas mengenai proses yang dilakukan ujih latih sistem. Pada pengujiannya menerapkan tahapan pengujian untuk dapat menjawab rumusan masalah penelitian pada skripsi.

6.1 Pengujian hasil Sensor MQ-6

Pada bagian ini akan menguji bagaimanakah hasil sensor MQ-6P pada transmitter node. Untuk pengambilan data sensor MQ-6 yakni dilakukan dengan memasang sensor gas MQ-6 pada pin *analog* mikrokontroller. Untuk pin yang digunakan pada sensor gas MQ-6 menggunakan AO (*Analog Output*) yang terhubung pada pin 23 (ADC0) di ATmega328p. PPM (*Part Per Million*) merupakan satuan konsentrasi dari suatu zat yang digunakan untuk menunjukkan kandungan suatu senyawa tertentu dalam suatu larutan. PPM dinilai sebagai standar yang digunakan untuk menjelaskan berapa nilai satuan gas.

6.1.1 Tujuan

Untuk mengetahui hasil sensor dalam membaca data berupa kadar gas yang berada pada kondisi di udara. Dengan itu dapat dibuktikan pembacaan nilai dengan hasil data yang diambil oleh sensor MQ-6 dari hasil pembuktian maka diketahui tingkat sensitifitas sensor gas dalam membaca nilai gas.

6.1.2 Peralatan

Dalam melakukan pengujian terdapat beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara peralatan yang digunakan yakni:

1. Transmitter sensor node
2. Kabel USB FTDI
3. Personal computer
4. Arduino IDE
5. Gas portable LPG

6.1.3 Langkah pengujian

Dalam melakukan pengujian terdapat beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah:

1. Menghubungkan kabel USB FTDI pada transmitter sensor node pada pc
2. Menjalankan aplikasi arduino IDE
3. Membuka berkas program untuk transmitter sensor node melalui tab menu file-open

4. Melakukan upload kode program sensor gas MQ-6 kedalam mikrokontroller Atmega328p
5. Bocorkan gas portable LPG untuk mendapatkan hasil sensing sensor gas
6. Amati dan catat setiap masukan sensor MQ-6 saat sensor membaca nilai gas
7. Setelah pengujian selesai , ambil kesimpulan dari hasil pengujian kemudian dianalisis

6.1.4 Hasil dan analisis

Setelah melakukan semua proses tahap alur pengujian, maka langkah selanjutnya dapat menghasilkan pengujian sensor MQ-6 dalam melakukan pembacaan terhadap nilai gas ketika dibocorkan. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 6.1.

Tabel 6.1 Hasil pengujian sensor MQ-6

Kondisi	Node 1 MQ-6 (PPM)	Node 2 MQ-6 (PPM)	Node 3 MQ-6 (PPM)
Ketika tombol gas belum ditekan dan belum ada gas	230	258	225
	233	287	243
	248	275	280
Tombol Gas dibocorkan maka terdapat gas disekitar sensor	328	293	347
	492	432	523
	682	635	721
	823	978	895
	1078	1123	1023
Tombol gas dilepas dan sehingga gas terurai	1233	1459	1267
	1423	1756	1475
	1234	1398	1240
	845	1145	983

Setelah mendapatkan hasil proses pengujian, awalnya sensor tidak sedang melakukan sensing data atau dianggap 0 ppm ketika gas belum ditekan dan belum ada gas yang dibocorkan. Ketika gas ditekan dan gas mulai dibocorkan maka sensor akan melakukan sensing data kemudian menampilkan hasil data berupa nilai dengan satuan PPM. Setelah gas dilepaskan kembali dan tidak terjadi kebocoran dan hanya ada gas terurai sensor akan berhenti mendeteksi dan nilai ppm dianggap berubah menjadi 0 ppm kembali.

6.2 Pengujian Sensor Suara FC-04

Pada bagian ini akan menguji bagaimanakah hasil sensor FC-04 pada transmitter node. Yaitu dengan memasang sensor suara FC-04 terhubung pada pin analog mikrokontroler. Untuk pin yang menggunakan D0 (Digital output) yang terhubung pada Atmega328P. Adapun untuk kebutuhan pengambilan data sensor pada fungsionalitasnya sebagai external interrupt pada *transmitter sensor node*.

6.2.1 Tujuan

Untuk mengetahui hasil sensor dalam membaca data berupa nilai digital suara desis gas pada kondisi di udara. Dengan begitu dapat dibuktikan pembacaan nilai digital dengan hasil data yang diambil oleh FC-04. Dari hasil pembuktian maka diketahui tingkat sensitifitas sensor dalam membaca nilai desis gas bocor.

6.2.2 Peralatan

Dalam melakukan pengujian terdapat beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara peralatan yang digunakan yakni:

1. Transmitter sensor node
2. Kabel USB FTDI
3. Personal computer
4. Arduino IDE
5. Gas portable LPG

6.2.3 Langkah pengujian

Dalam melakukan pengujian terdapat beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah:

1. Menghubungkan kabel USB FTDI pada transmitter sensor node pada pc
2. Menjalankan aplikasi arduino IDE
3. Membuka berkas program untuk transmitter sensor node melalui tab menu file-open
4. Melakukan upload kode program sensor gas MQ-6 kedalam mikrokontroler Atmega328p
5. Bocorkan gas portable LPG fokus pada suara desis gas untuk mengambil data *high* dan *low* dari sensor suara
6. Amati dan catat setiap masukan sensor FC-04 saat sensor membaca nilai digital desis gas LPG

7. Setelah pengujian selesai , ambil kesimpulan dari hasil pengujian kemudian dianalisis

6.2.4 Hasil dan Analisis

Setelah melakukan semua proses pada aur pengujian, maka langkah selanjutnya dapat menghasilkan pengujian sensor FC-04 dalam melakukan pembacaan terhadap nilai digital ketika desis gas dibocorkan. Adapun hasil pengujian sensor suara FC-04 dapat dilihat pada tabel 6.2.

Tabel 6.2 Hasil pengujian sensor FC-4 pembacaan *digital output*

NO	Kondisi	Node 1 Status Sensor FC-04	Node 2 Status Sensor FC-04	Node 3 Status Sensor FC-04
1	Tombol Gas ditekan dengan adanya buyi desis	High		
2		High		
3		High		
4		High		
5		High		
6	Tombol gas dilepas tidak ada bunyi yang terdeteksi	Low		
7		Low		
8		Low		
9		Low		
10		Low		

Setelah mendapatkan hasil proses pengujian, maka akan didapatkan nilai dari pengujian sensor suara FC-04 dalam melakukan pembacaan data terhadap nilai desis suara gas yang dibocorkan. Pengujian dilakukan dengan permukaan ketika menekan tombol gas sehingga terdengar suara bunyi desis gas maka sensor mendeteksi nilai output *High*. Ketika gas dilepaskan maka tidak adanya bunyi suara desis gas maka sensor akan mendeteksi nilai output menjadi *Low*. Maka dari itu sensor FC-04 dapat berjalan sesuai dengan prinsip kerjanya serta sensor suara baik untuk digunakan sebagai *external interrupt* yang membangunkan sistem pada transmitter node dengan keadaan *High*.

6.3 Pengujian Fungsional Node

Pada bagian ini akan menguji keseluruhan sistem dalam mengeksekusi, jumlah node yang digunakan empat node, tiga node sebagai transmitter dan satu node sebagai receiver. Sensor yang digunakan pada masing-masing sensor node transmitter yakni sensor gas MQ-6 pada pin analog mikronkontroler dan sensor FC-04 pada pin digital mikrokontroler. Kemudian menyiapkan node receiver digunakan untuk menerima data dari node transmitter dan ditampilkan serial

monitor. Pengujian fungsionalitas secara keseluruhan node melakukan kinerja prinsip kerjanya dan mengetahui keberhasilan node dalam menjalankan tiap-tiap kode.

6.3.1 Tujuan

Untuk mengetahui hasil komunikasi antar node dalam membaca data dari sensor berupa nilai analog maupun nilai digital, penggunaan mekanisme low power ketika dalam keadaan *sleep mode* dan komunikasi antar *node* secara *wireless*.

6.3.2 Peralatan

Dalam melakukan pengujian terdapat beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara peralatan yang digunakan yakni:

1. Tiga *Transmitter sensor node*
2. *Receiver node*
3. Kabel USB FTDI
4. Personal computer
5. Arduino IDE
6. Gas portable LPG

6.3.3 Langkah pengujian

Dalam melakukan pengujian terdapat beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah:

1. Menghubungkan kabel USB FTDI pada *transmitter sensor node* pada PC
2. Menghubungkan kabel USB FTDI *receiver node* pada PC
3. Menjalankan aplikasi arduino IDE
4. Membuka berkas program untuk transmitter sensor node melalui tab menu file-open
5. Melakukan upload kode program *transmitter_node* kedalam mikrokontroler Atmega328p pada transmitter node
6. Melakukan upload kode program *receiver_node* kedalam mikrokontroler Atmega328p pada receiver node
7. Bocorkan gas portable LPG untuk mendapatkan hasil sensing sensor gas
8. Amati dan catat setiap masukan sensor MQ-6 saat sensor membaca nilai gas pada receiver node.

9. Amati transmitter node ketika berjalan menggunakan mekanisme sleep mode
10. Bocorkan gas portable LPG fokus pada suara desis gas untuk sensor FC-04 sebagai external interrupt transmitter node
11. Amati setiap masukan sensor FC-04 dalam membaca nilai digital desis gas LPG pada receiver node
12. Setelah pengujian selesai , ambil kesimpulan dari hasil pengujian kemudian dianalisis

6.3.4 Hasil dan analisis

Setelah melakukan semua proses alur pengujian maka akan didapatkan hasil pengujian secara menyeluruh dalam pembacaan terhadap nilai gas, suara desis yang dibocorkan serta mekanisme *sleep mode* dan *wake* kemudian komunikasi antar node secara *wireless*. Dipaparkan sebagai berikut

Tabel 6.3 Hasil pengujian menggunakan satu node

no	Node 1	Status Sleep	Pembacaan Sensor FC-04	Status Wake
	Sensor MQ-6			
1	0	✓	Low	×
2	0	✓	Low	×
3	243	×	High	✓
4	337	×	High	✓
5	492	×	High	✓
6	620	×	High	✓
7	790	×	High	✓
8	970	×	High	✓
9	0	✓	Low	×
10	0	✓	Low	×

Pada tabel 6.3 Setelah Setelah mendapatkan hasil proses pengujian, maka akan didapatkan nilai hasil pengujian fungsionalitas secara menyeluruh komunikasi antara transmitter node dan receiver node. Pada pengujian ini menggunakan satu transmitter node dan satu receiver node. Receiver node dapat menerima data dari transmitter node dan menampilkan pada serial monitor ketika terdapat suara desis kebocoran gas. sensor FC-04 pada transmitter node melakukan tugasnya ketika mengubah sleep mode ke normal mode pada transmitter node dengan external interrupt. sensor MQ-6 akan bekerja ketika transmitter node dalam keadaan normal mode kemudian mengambil nilai gas yang ada disekitar sensor dan node transmitter akan mengirimkan data ke receiver node secara wireless. Mekanisme *low power* pada keadaan sleep mode akan berjalan ketika tidak ada desis suara kebocoran gas LPG, namun ketika sensor MQ-6 masih mendapatkan nilai gas LPG maka *transmitter node* akan tetap memproses mengirimkan data ke *receiver node* sampai benar-benar tidak ada desis suara kebocoran gas dan dapat melakukan *sleep mode* kembali.

Tabel 6.4 Hasil pengujian menggunakan dua node

no	Node 1	Node 2	Status Sleep	Pembacaan Sensor FC-04	Status Wake
	Sensor MQ-6 (PPM)	Sensor MQ-6 (PPM)			
1	0	0	✓	Low	×
2	0	0	✓	Low	×
3	468	325	×	High	✓
4	684	460	×	High	✓
5	986	683	×	High	✓
6	1134	824	×	High	✓
7	1530	1030	×	High	✓
8	1930	1320	×	High	✓
9	0	0	✓	Low	×
10	0	0	✓	Low	×

Pada tabel 6.4 Setelah Setelah mendapatkan hasil proses pengujian, maka akan didapatkan nilai hasil pengujian fungsionalitas secara menyeluruh komunikasi antara transmitter node dan receiver node. Pada pengujian ini menggunakan dua transmitter node dan satu receiver node. Receiver node dapat menerima data dari transmitter node dan menampilkan pada serial monitor ketika terdapat desis suara kebocoran gas. sensor FC-04 pada transmitter node melakukan

tugasnya ketika mengubah sleep mode ke normal mode pada transmitter node dengan external interrupt. sensor MQ-6 akan bekerja ketika transmitter node dalam keadaan normal mode kemudian mengambil nilai gas yang ada disekitar sensor dan node transmitter akan mengirimkan data ke receiver node secara wireless. Mekanisme *low power* pada keadaan sleep mode akan berjalan ketika tidak ada desis suara kebocoran gas LPG, namun ketika sensor MQ-6 masih mendapatkan nilai gas LPG maka *transmitter node* akan tetap memproses mengirimkan data ke *receiver node* sampai benar-benar tidak ada desis suara kebocoran gas dan dapat melakukan *sleep mode* kembali.

Tabel 6.5 Hasil pengujian menggunakan tiga node

No	Node 1 Sensor MQ-6 (PPM)	Node 2 Sensor MQ-6 (PPM)	Node 3 Sensor MQ-6 (PPM)	Status Sleep	Pembacaan Sensor FC- 04	Status Wake
1	0	0	0	✓	Low	×
2	0	0	0	✓	Low	×
3	313	513	293	×	High	✓
4	487	724	375	×	High	✓
5	612	839	547	×	High	✓
6	864	1030	789	×	High	✓
7	931	1354	986	×	High	✓
8	1230	1587	1193	×	High	✓
9	0	0	0	✓	Low	×
10	0	0	0	✓	Low	×

Pada tabel 6.5 Setelah mendapatkan hasil proses pengujian, maka dapat nilai hasil pengujian fungsionalitas secara menyeluruh komunikasi antara tiga transmitter node dan receiver node. Sensor MQ-6 dalam melakukan pembacaan terhadap nilai gas yang dibocorkan. Receiver node dapat menerima data dari transmitter node dan menampilkan pada serial monitor ketika terdapat kebocoran atau tidak. sensor FC-04 pada transmitter node melakukan tugasnya ketika mengubah sleep mode ke normal mode pada transmitter node dengan external interrupt. Dan node berkomunikasi secara wireless. Mekanisme *low power* pada keadaan sleep mode akan berjalan ketika tidak ada desis suara kebocoran gas LPG, namun ketika sensor MQ-6 masih mendapatkan nilai gas LPG maka *transmitter node* akan tetap memproses mengirimkan data ke *receiver node* sampai benar-benar tidak ada desis suara kebocoran gas dan dapat melakukan *sleep mode*.

6.4 Pengujian Akurasi Data

Pada bagian ini akan menguji akurasi data dari node transmitter ke receiver node, jumlah node yang digunakan empat node yaitu tiga node transmitter dan satu node receiver. Input sensor yang digunakan node transmitter adalah sensor MQ-6 untuk mendeteksi kadar gas yang ada di sekitar dan sensor FC-04 digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas dan membangunkan *transmitter* ketika *sleep mode* menggunakan *external interrupt* dan akan dikirimkan ke *receiver* secara *wireless*.

6.4.1 Tujuan

Untuk mengetahui akurasi hasil pengiriman data antara transmitter node dan receiver node. Apakah jumlah data yang dikirimkan dengan jumlah data yang diterima telah sesuai.

6.4.2 Peralatan

Dalam melakukan pengujian terdapat beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara peralatan yang digunakan yakni:

1. Transmitter sensor node
2. Receiver node
3. Kabel USB FTDI
4. Personal computer
5. Arduino IDE
6. Gas portable LPG

6.4.3 Langkah pengujian

Dalam melakukan pengujian terdapat beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah:

1. Menghubungkan kabel USB FTDI pada transmitter sensor node dan receiver node pada pc
2. Menjalankan aplikasi arduino IDE
3. Membuka berkas program untuk transmitter sensor node dan receiver node melalui tab menu file-open
4. Melakukan upload kode program transmitter_node kedalam mikrokontroler Atmega328p
5. Melakukan upload kode program receiver_node kedalam mikrokontroler Atmega328p
6. Bocorkan gas portable LPG untuk mendapatkan hasil sensing sensor gas

7. Amati dan catat setiap hasil data pada transmitter node
8. Amati dan catat setiap hasil data pada receiver node
9. Setelah pengujian selesai , ambil kesimpulan dari hasil pengujian kemudian dianalisis

6.4.4 Hasil dan analisis

Setelah melakukan semua proses alur pengujian maka akan didapatkan hasil pengujian secara menyeluruh dalam proses pengiriman data dari *transmitter node* menuju *receiver node*. Bisa dilihat pada tabel 6.6 dan tabel 6.7.

Tabel 6.6 Hasil pengujian pengiriman data satu node transmitter

Jarak (m)	Data yang dikirim transmitter	Data Yang diterima Receiver	Presentase Keberhasilan
	NODE 1		
0	20	20	100%
4	20	20	100%
8	20	20	100%
12	20	17	85%
Rata-Rata			96%

Tabel 6.7 Hasil pengujian pengiriman data tiga node transmitter

Jarak (m)	Data yang dikirim transmitter			Data yang diterima Receiver	Presentase Keberhasilan
	NODE 1	NODE 2	NODE 3		
0	20	20	20	60	100%
4	20	20	20	50	80%
8	20	20	20	43	71%
12	20	20	20	37	61%
Rata-Rata					78%

Setelah mendapatkan hasil proses pengujian, maka dapat nilai hasil pengujian akurasi data yang mana data yang dikirim oleh transmitter node menuju *receiver node* ketika pengujian menggunakan satu transmitter node dan satu *receiver node* dari jarak 0 sampai 12 m rata-rata persentase keberhasilan 96% sedangkan ketika menggunakan tiga transmitter node dan satu receiver persentase

keberhasilan hanya 78% karena transmitter ketika tidak ada desis suara kebocoran maka *transmitter* berhenti mengirimkan data.

6.5 Pengujian Arus *Sleep Mode*

Pengujian arus sleep mode dilakukan untuk mengetahui kebutuhan arus yang berjalan pada transmitter node. Pengujian dilakukan untuk mengukur arus yang berjalan pada *transmitter node* dalam keadaan *sleep mode*. Yang digunakan untuk mengurangi kebutuhan konsumsi arus sebagai bentuk upaya pemanfaatan energi agar lebih hemat.

6.5.1 Tujuan

Untuk mengetahui hasil nilai konsumsi arus pada transmitter node ketika menjalankan kinerja *low power sleep mode*. selain itu, pemanfaatan efisiensi terhadap sumber energi.

6.5.2 Peralatan

Dalam melakukan pengujian terdapat beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara peralatan yang digunakan yakni:

1. *Transmitter sensor node*
2. Kabel USB
3. Power bank
4. Arduino IDE
5. Gas portable LPG
6. multimeter

6.5.3 Langkah pengujian

Dalam melakukan pengujian terdapat beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah:

1. Siapkan transmitter node dan multitester
2. Sambungkan kaki positif dan negatif multitester ke *transmitter node*
3. Amati transmitter node ketika dalam keadaan *sleep mode*
4. Ambil kesimpulan dari hasil pengujian kemudian analisis

6.5.4 Hasil dan analisis

Setelah melakukan semua proses alur pengujian. Maka langkah selanjutnya melakukan pengujian terhadap perbandingan konsumsi arus ketika terjadi pemrosesan mekanisme *low power sleep mode*. Berikut ini adalah hasil

pengujian terhadap pembacaan konsumsi arus pada kondisi *sleep mode* dapat dilihat pada tabel 6.8.

Tabel 6.8 Hasil pengujian *low power mode*

Percobaan ke -	<i>Low Power</i> (mA)
1	137,8
2	136,9
3	138,1
4	137,5
5	138,1
6	137,8
7	138,4
8	138,5
9	137,8
10	137,5
Rata-Rata	137,84

Setelah mendapatkan hasil proses pengujian, maka dapat menghasilkan nilai dari pengujian konsumsi pembacaan arus ketika kondisi *low power sleep mode* terhadap kondisi apabila tidak ada desis suara kebocoran gas. Arus yang berjalan pada *transmitter node* menunjukkan nilai rata-rata 137,84 mA. Jadi pemanfaatan sumber daya energi ketika *low power sleep mode* dapat diimplementasikan dan dapat berjalan sesuai dengan prinsip kerjanya untuk menggunakan *sleep mode power down*.

6.6 Pengujian Arus dalam keadaan Wake

Pengujian pada pembacaan arus yakni bertujuan untuk mengetahui kebutuhan arus yang berjalan pada transmitter node. Pengujian dilakukan untuk mengukur arus yang berjalan pada transmitter node ketika dalam keadaan wake dari kondisi sleep mode. Wake digunakan untuk membangunkan transmitter node untuk menjalankan ketika membaca adanya kebocoran gas atau terjadi *external interrupt*.

6.6.1 Tujuan

Untuk mengetahui hasil pengujian dalam pembacaan arus ketika kondisi wake sebagai indikator transmitter node menjalankan kinerja *low power* dan wake ketika kondisi *sleep mode*. Dan sebagai pemanfaatan implementasi efisiensi terhadap sumber energi.

6.6.2 Peralatan

Dalam melakukan pengujian terdapat beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara peralatan yang digunakan yakni:

1. Transmitter sensor node
2. Kabel USB
3. Power bank
4. Arduino IDE
5. Gas portable LPG
6. multitemeter

6.6.3 Langkah pengujian

Dalam melakukan pengujian terdapat beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah:

1. Siapkan transmitter node dan multitemeter
2. Sambungkan kaki positif dan negatif multitemeter ke transmitter node
3. Amati transmitter node ketika dalam keadaan *wake*
4. Ambil kesimpulan dari hasil pengujian kemudian analisis

6.6.4 Hasil dan analisis

Setelah melakukan semua proses alur pengujian. Maka langkah selanjutnya dapat menghasilkan pengujian pembacaan arus dalam melakukan pemrosesan mekanisme *wake* atau *normal mode* menggunakan external interrupt. Berikut ini adalah hasil pengujian terhadap pembacaan konsumsi arus pada kondisi *wake* atau *normal mode* dapat dilihat pada tabel 6.9.

Tabel 6.9 Hasil pengujian *normal mode*

Percobaan ke -	<i>Normal mode</i> (mA)
1	157,1
2	157,6
3	156,6
4	156,4
5	158,1
6	156,8
7	157,9

8	156,8
9	157,6
10	157,6
Rata-Rata	157,25

Setelah mendapatkan hasil proses pengujian, maka dapat menghasilkan nilai dari pengujian konsumsi pembacaan arus ketika kondisi wake atau normal mode. Atmega328p dapat melakukan mekanisme wake apabila sistem bermula pada posisi *sleep mode* dan mengubah jadi *normal mode* melalui sensor FC-04 menggunakan *external interrupt* apabila terdapat desis suara kebocoran gas. Arus yang berjalan pada node transmitter menunjukkan nilai rata-rata 157,25 mA. Dan pemanfaatan daya energi normal mode dapat diimplementasikan dan dapat berjalan sesuai prinsip kerjanya.

6.7 Perbandingan Arus sleep mode dan Wake

6.7.1 Tujuan

Untuk mengetahui kebutuhan konsumsi arus yang berjalan pada transmitter node yang berjalan dari awal hingga melakukan *sleep mode* hingga terjadi wake oleh *external interrupt*.

6.7.2 Peralatan

Dalam melakukan pengujian terdapat beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara peralatan yang digunakan yakni:

1. Transmitter node
2. Kabel USB
3. Power bank
4. Arduino IDE
5. Multitester

6.7.3 Langkah pengujian

Dalam melakukan pengujian terdapat beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah:

1. Siapkan transmitter node dan multitester
2. Sambungkan kaki positif dan negatif multitester ke transmitter node
3. Amati transmitter node ketika dalam keadaan *sleep mode* dan *wake*
4. Ambil kesimpulan dari hasil pengujian kemudian analisis

6.7.4 Hasil dan analisis

Pengujian terhadap perbandingan konsumsi arus dalam melakukan pemrosesan mekanisme *low power sleep mode* dan *wake* menggunakan *external interrupt*. Berikut ini hasil pengujian terhadap pembacaan konsumsi arus ketika terjadi *sleep mode* dan *wake* dapat dilihat pada tabel 6.10.

Tabel 6.10 perbandingan arus pada kondisi *low power* dan *normal mode*

Percobaan ke -	<i>Low power</i> (mA)	<i>Normal Mode</i> (mA)
1	137,8	157,1
2	136,9	157,6
3	138,1	156,6
4	137,5	156,4
5	138,1	158,1
6	137,8	156,8
7	138,4	157,9
8	138,5	156,8
9	137,8	157,6
10	137,5	157,6
Rata-Rata	137,84	157,25
Pengurangan jumlah arus	20,59 mA	

Setelah mendapatkan hasil proses pengujian, maka dapat menghasikan nilai dari pengujian konsumsi arus yang digunakan perbandingan ketika kondisi *sleep mode* dan *normal mode*. Mikrokontroler Atmega328p pada node transmitter dapat melakukan mekanisme *sleep mode* apabila tidak mendeteksi desis suara kebocoran gas. Kondisi *wake* atau *normal mode* berjalan apabila node transmitter bermula pada kondisi *sleep mode* dan dibangun melalui sensor FC-04 menggunakan *external interrupt* ketika mendeteksi suara desis kebocoran gas. Hasil nilai rata-rata Arus yang berjalan ketika kondisi *sleep mode* 137,84 mA dan hasil nilai rata-rata arus berjalan ketika kondisi *normal mode* atau *wake* 157,25 mA. Pengurangan nilai rata-rata jumlah arus sebanyak 20,59 mA. Jadi node transmitter dapat berjalan sesuai prinsip kerjanya untuk digunakan.

BAB 7 PENUTUP

Pada bab ini memuat kesimpulan dan saran terhadap skripsi. Kesimpulan dan saran disajikan secara terpisah, dengan penjelasan sebagai berikut.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, hasil perancangan, implementasi dan pengujian yang sudah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam membuat perancangan mekanisme *low power mode* pada pendeteksi kebocoran gas dengan Atmega328p berbasis NRF24L01. Terdapat empat node yaitu tiga *node transmitter* dan satu *node receiver*. Pada node transmitter input meliputi sensor MQ-6 dan sensor suara FC-04. Proses pengambilan data sensor gas MQ-6 berupa kadar gas dengan satuan PPM. Sedangkan pengambilan data sensor FC-04 berupa nilai digital dari desis suara kebocoran gas pada sensor. Proses Atmega328p pada node transmitter didalamnya ditanamkan *metode low power* berupa *sleep mode*. Untuk membangunkan sistem jadi wake menggunakan *external interrupt*. Dan data akan dikirim menggunakan NRF24L01 sebagai modul *wireless* untuk berkomunikasi antar node.
2. Sebagaimana mengimplementasikan sistem dengan pemanfaatan sumber daya energi yakni dengan menerapkan pada ATmega328P dengan fitur *low power mode*. Penerapan *low power mode* diimplementasikan di bagian transmitter node pada Atmega328p. Adapun mode yang digunakan adalah berupa *sleep mode power down* dengan spesifikasi implementasi bahwa sleep mode tersebut mematikan beberapa fitur yang bekerja pada transmitter node berupa active clock domains, oscillator, ADC, timer2, dan SPM/EEPROM ketika tidak ada desis kebocoran gas.
3. Dari pengujian yang dilakukan Hasil yang didapatkan ketika sleep mode nilai rata-rata arus yang didapat kan 137,84mA dan ketika kondisi normal mode nilai rata-rata arus yang didapatkan 157,25mA. Penurunan konsumsi kebutuhan arus berkisar total secara keseluruhan sebesar 20,59mA. Dan hasil pengujian akurasi data ketika pengujian pengiriman data menggunakan satu transmitter node dan satu receiver node rata-rata persentase keberhasilan 98% tapi ketika pengiriman data menggunakan tiga *transmitter node* dan satu *receiver* rata-rata persentase keberhasilan 78%.

7.2 Saran

Beberapa saran yang bisa dilakukan untuk mengembangkan sistem ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk pengembangan lebih lanjut dapat ditambahkan servo untuk eksekusi lanjutan ketika terjadi kebocoran gas membuat servo menggerakkan penutup pada sambungan regulator gas.
2. Untuk pengembangan selanjutnya dapat menggunakan modul komunikasi terbaru agar mampu menciptakan *low power* yang dilengkapi dengan fitur dan teknologi ter-*update*.



DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, T. H., 2010. *Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas Dengan Menggunakan Sensor Gas Figarro TGS 2610 Berbasis Mikrokontroller AT89S52*. Depok: Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma.
- Atmel,. 2016 Datasheet atmega328P. Tersedia di : http://www.atmel.com/Images/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P_Datasheet.pdf [diakses 27 April 2017]
- Birra, F.A., 2016. *2040, Indonesia Krisis Energi Listrik*. Tersedia di : <http://www.jawapos.com/read/2016/10/05/55397/2040-indonesia-krisis-energi-listrik> [Diakses 15 April 2017]
- Danur, B.D., 2013. *Sistem Pendeteksi Gas Elpiji Menggunakan Mikrokontroller*. P.2
- Djuandi, F., 2011. *Pengenalan Arduino*. Jakarta: Penerbit Elexmedia.
- Elec Freaks, 2.4G Wireless Nrf24l01p. Tersedia di : http://www.electfreaks.com/wiki/index.php?title=2.4G_Wireless_nRF24L01 [diakses 8 Mei 2017]
- Istiyanto, J. E., 2014. *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Android*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Kompas Cyber Media, 2011. *Lagi-lagi Tabung Gas Bocor*. [Online] Available at: https://www.kompasiana.com/yunitaamalia/lagi-lagi-tabung-gas-bocor_55008d0ca333117f7351135e [Accessed 30 Agustus 2017].
- Liputan 6, 2018. *Sembilan Rumah di Bogor Meledak Akibat Ledakan Gas*. [Online] Available at: <https://m.liputan6.com/tag/ledakan-gas> [Accessed 10 April 2018].
- Nikolic, G., Stojcev,M., Stamenkovic,z. 2014. *Wireless Sensor node With Low-Power Sensing*. Electronics and Energetics Vol. 27, pp. 435 - 453
- NJSHealth, 2010. *Hazardous Substance Fact Sheet Liquefied Petroleum Gas*. [Online] Available at: nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1118.pdf [Accessed 20 Agustus 2017].
- Pertamina, n.d. *Buku Pintar Petunjuk Aman Penggunaan Gas Elpiji 3 Kg*. [Online] Available at: https://www.kendalkab.go.id/docs/knowledgebase/tips_megggunakan_gas_elpiji_revisi.pdf [Accessed 10 April 2018]
- Pratama, R. P., 2016. *Rancang Bangun Low Power Sensor Node Menggunakan MSP430 Berbasis NRF24L01*. Malang: Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
- Rocket Scream,. 2011. *Lightweight Low Power Arduino Library*. Tersedia di : <http://www.rocketcream.com/blog/2011/07/04/lightweight-low-power-arduino-library/> [diakses 11 Mei 2017]

- Shobrina, U.J, *et.al.*, 2018. *Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver Nrf24l01, Xbee Danwifi Esp8266 Pada Wireless Sensor Network*. Jurnal Pengembangan Teknologi dan Ilmu Komputer, Volume 2(4), hlm.1510-1517.
- Soemarsono, B. E., Listiasri, E. & Kusuma, G. C., 2015. Alat pendeteksi Dini Terhadap Kebocoran Gas LPG. *Jurnal TELE*, Volume XIII, p. 1.
- Sonavane, S. S., Kumar.V., Patil B. P. Patil., 2008. *MSP430 and nRF24L01 based Wireless Sensor Network Design with Adaptive power control*. Computer Networks and

